مساعد الطالب في الكيمياء

CHEMISTRY

اعداد الاستاذ : ابراهيم علي ابراهيم

الفصل الاول
الثرموداينمك
السادس العلمي

2017

رحلة التفوق في السادس

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د : اشرف الوائلي

ا.د : مينا الاحمد

الكيمياء الحرارية

☒ مقدمة

علم الثرموديناميك :- علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف نحو تحويل اكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى انواع اخرى من الطاقات مثل الطاقة الميكانيكية للاستفادة في عمل المحركات

س :- ماهي اهم الظواهر التي يفسرها علم الثرموديناميك ؟

1- سبب حدوث التفاعلات الكيميائية
2- التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية عندما توجد مادة او اكثر تحت ظروف معينة
3- حدوث بعض التفاعلات تلقائياً واخرى لاتحدث ابداً بشكل تلقائي عند نفس الظروف
4- سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية سواء في التفاعلات نفسها او في الوسط المحيط بها

& ماهو الجانب الذي لايهتم علم الثرموديناميك به ؟

ج :- علم الثرموديناميك **لايهتم بعامل الزمن** الذي يستغرقه حدوث التفاعلات الكيميائية فهو ينبيء فقط فيما اذا تفاعل معين او تغير **قابل او غير قابل للحدوث** دون ان يبين سرعة حدوث هذا التغير لأن سرعة حدوث هذا التغير من اهتمام علم **الحركيات**

القانون الاول الثرموديناميكي :- **الطاقة لاتفنى ولاتستحدث** من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل الى اخر

==

وحدات الطاقة ودرجة الحرارة :

ان وحدة الطاقة حسب النظام الدولي (SI) للوحدات هي (الجول) ويرمز لها (J) ويعبر عنها :-

$$1\ J = 1\ Kg.m^2/S^2$$

الطاقة الحركية (KE) :-

بأنها تساوي حاصل ضرب نصف الكتلة { m(Kg) } في مربع السرعة {V(m/S)}

$$KE = \frac{1}{2}\, m \,.\, V^2$$

& مثال:- اذا تحرك جسم كتلته (2 Kg) مسافة متر واحد 1 m خلال ثانية واحدة (1 S) فأنه سيمتلك طاقة حركية (KE) مقدارها (1J)

$$KE = \frac{1}{2}\,(2Kg).(1\ m/S)^2 = 1\ Kg.m^2/S^2 = 1\ J$$

& ان وحدة درجة الحرارة المستخدمة في الثرموديناميك هي الكلفن (K) وتحسب من العلاقة الاتية :-

$$T(K) = t(C) + 273$$

احفظ

لم ارى مبدعاً كالحسين خط الحياة بدون اصبع
ولا عاشقاً كالعباس يجيد العناق بلا اذرع

بعض المصطلحات الثرموديناميكية

النظام الثرموديناميكي :- هو ذلك الجزء من الكون الذي نهتم بدراسته ويتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي .

المحيط :- كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه .

المجموعة :- وهي عبارة عن مجموع النظام والمحيط (**المجموعة = النظام + المحيط**)

2013 تمهيدي و 2014 دور ثالث على شكل فراغ

انـــــواع النظـــــــام :- (احفظها مهمة جدا)

النظام المفتوح :- يسمى النظام مفتوحاً اذا كانت الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مثل اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي

النظام المغلق :- يسمى النظام مغلق اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط مع المحيط ولا تسمح بتغيير مادة النظام مثل اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي **(وزاري 2013 الدور الاول)**

النظام المعزول :- يسمى النظام معزول اذا كانت حدود النظام لاتسمح بتبادل الطاقة او المادة مع المحيط 0 مثل :- الثرموس

==

الحــــــــرارة

- يرمز للحرارة بالحرف (q) ويعبر عنها انها انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين درجة حرارتهما مختلفة
- درجة الحرارة تعتبر مقياس للطاقة الحرارية 0
- تتناسب الحرارة المفقودة او المكتسبة لجسم ما طردياً مع التغير في درجات الحرارة (∆)
- يمكن التعبير عن التغير بدرجة الحرارة بالرمز (∆ T) حيث

$$\Delta T = T_f - T_i$$

احفظ

حيث ان :- T_f :- درجة الحرارة النهائية T_i :- درجة الحرارة الابتدائية

==

& ان التناسب بين الحرارة (q) والتغير في درجة الحرارة ∆ T يمكن ان يكتب على الصيغة الاتية :-

$$q \propto \Delta T \longrightarrow (1)$$

& يحول التناسب الى مساواة وذلك - بضرب ∆ T بالسعة الحرارية (C) فتصبح العلاقة بالشكل :-

$$q = C \times \Delta T \longrightarrow (2)$$

احفظ

السعة الحرارية (C) :- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها (g) m من أي مادة درجة سيليزية واحدة 0 وان وحدة السعة الحرارية هي :- (J/ C°)

& ترتبط السعة الحرارية (C) بالحرارة النوعية (ς) بالعلاقة الاتية :-

$$C = \varsigma \times m \longrightarrow (3)$$

احفظ

الحرارة النوعية (ς) :- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد من أي مادة درجة سيليزية واحدة 0 ووحدتها $(J/g . C^{\circ})$

وزارى

& بتعويض قيمة (C) في المعادلة (3) في المعادلة رقم (2) نحصل على العلاقة الاتية :-

$$q (J) = ς (J/g.C^{\circ}) \times m (g) \times \Delta T (C^{\circ}) \longrightarrow (4)$$

احفظ مهمة

السؤال 1-6 :- ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية ؟ وما هي وحدات هاتين الكميتين ؟(الحل اعلاه)

الطالب العزيز :- باختصار الكلام لما سبق احفظ العلاقات الثلاثة ادناه وانتبه الى الملاحظات :-

$$q = ς \times m \times \Delta T \qquad C = ς \times m \qquad q = C \times \Delta T$$

حيث ان :- q = كمية الحرارة ، m = الكتلة ، C = السعة الحرارية ، ς = الحرارة النوعية

ملاحظات بسيطة ومهمة :-

1- ان تطبيق اي من هذه العلاقات اعلاه يكون حسب المتغيرات المعطاة في السؤال ويكون التطبيق مباشر

2- قد تحتاج الى استخراج قيمة ΔT حيث ان :- $\Delta T = T_f - T_i$

3- عندما يذكر (التغير او الفرق او الارتفاع او الانخفاض بدرجات الحرارة) هذا يعني ان قيمة ΔT جاهزة

4- $\Delta H = q_P$ أي ان (التغير بالانثالبي = كمية الحرارة بثبوت الضغط)

5- عندما يطلب قيمة كمية الحرارة (q) بالكيلو جول فأنه يتم التحويل بأستخدام العلاقة الاتية :-

$$q (KJ) = q (J) \times \frac{1 (KJ)}{1000 (J)}$$

يعني تقسم على 1000

مثال 1-1 :- ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة حديد كتلتها 870 g من $5\ C^{\circ}$ الى $95\ C^{\circ}$ ؟
علماً ان الحرارة النوعية للحديد = $0.45\ J/g . C^{\circ}$ (وزارى 2013 الدور التمهيدى)

الحـــل :-

$$\Delta T = T_f - T_i$$
$$\Delta T = 95 - 5 = 90\ C^{\circ}$$

بعد ان استخرجنا ΔT سنطبق القانون ادناه لأستخراج كمية الحرارة q

$$q (J) = ς (J/g . C^{\circ}) \times m (g) \times \Delta T (C^{\circ})$$
$$q (J) = 0.45 (J/g . C^{\circ}) \times 870 (g) \times 90\ C^{\circ}$$
$$q (J) = 35235\ J$$

ولتحويل الوحدات من الجول الى الكيلو جول نطبق الاتي :-

$$q (KJ) = q (J) \times \frac{1 (KJ)}{1000 (J)}$$
$$q (KJ) = 35235 (J) \times \frac{1 (KJ)}{1000 (J)}$$
$$q (KJ) = 35.235\ KJ$$

من يملك الطموح 00
يخلق الوقت لذلك الطموح

تمرين 1-1:- تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها (10 g) من 25C° الى 45C° مع اكتساب حرارة مقدارها 205 J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم ؟

الحـــل :-
اولاً : نجد التغير بدرجة الحرارة

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^{\circ} = (45 - 25) = 20\ C^{\circ}$

ثانياً : نجد الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم بأستخدام العلاقة الاتية :-

$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^{\circ}) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^{\circ})$

$205\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^{\circ}) \times 10\ (g) \times 20\ (C^{\circ})$

ثم البعيد على القريب

$\varsigma\ (J/g.C^{\circ}) = \frac{205\ (J)}{10(g) \times 20\ (C)}$

$\varsigma\ (J/g.C^{\circ}) = 1.025\ (J/g.C^{\circ})$

==

سؤال1-9 :- قطعة من الفضة كتلتها 360 g وسعتها الحرارية (86 J/C°) احسب الحرارة النوعية ؟

الحـــل :-
الكتلة والسعة الحرارية والحرارة النوعية ترتبط من خلال العلاقة الاتية :-

$C\ (J/C^{\circ}) = \varsigma\ (J/g.C^{\circ}) \times m\ (g)$

البعيد على القريب

$\varsigma\ (J/g.C^{\circ}) = \frac{C(J/C^{\circ})}{m(g)}$

$\varsigma\ (J/g.C^{\circ}) = \frac{86(J/C^{\circ})}{360(g)} = 0.24\ (J/g.\ C^{\circ})$

==

سؤال 1-10 :- قطعة من النحاس كتلتها 6 g سخنت من 21C° الى 124 C° احسب كمية الحرارة بوحدات الكيلو جول (KJ) 0 اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس 0.39 J/g.C°

الحـــل :-
نجد اولاً التغير بدرجات الحرارة

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^{\circ} = (124 - 21) = 103\ C^{\circ}$

ترتبط المتغيرات المذكورة في السؤال من خلال العلاقة الاتية :-

$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^{\circ}) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^{\circ})$

$q\ (J) = 0.39\ (J/g.C^{\circ}) \times 6\ (g) \times 103\ (C^{\circ})$

$q\ (J) = 241\ J$

ولتحويل الوحدة من J الى KJ نطبق

$q\ (KJ) = q\ (J) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$q\ (KJ) = 241\ J \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$q\ (KJ) = 0.241\ KJ$

==

سؤال 11-1 :- احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات (KJ) من 350 g زئبق عند تبريدها من 77C° الى 12C° اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق = (0.14 J/g.C°)

الحـــل :-

اولاً :- نجد التغير في درجات الحرارة

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (12 - 77)\ C^\circ = -65\ C^\circ$

ثانياً :- نستخدم العلاقة الاتية لحساب كمية الحرارة (q)

$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$

$q\ (J) = 0.14\ (J/g.C^\circ) \times 350\ (g) \times (-65)$

$q\ (J) = -3185\ J$

ثالثاً :- نحول الوحدات من J الى KJ بأستخدام العلاقة الاتية

$q\ (KJ) = q\ (J) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$q\ (KJ) = -3185\ (J) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$q\ (KJ) = -3.185\ KJ$

سؤال 12-1 :- اذا تم رفع درجة حرارة 34 g من الايثانول من 25 C° الى 79 C° 0 احسب كمية الحرارة الممتصة بوساطة الايثانول اذا علمت ان الحرارة النوعية للايثانول = 2.44 J/g.C°

الحـــل :-

اولاً :- نجد التغير في درجة الحرارة

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (79 - 25)\ C^\circ = 54\ C^\circ$

ثانياً :- نستخدم العلاقة الاتية لحساب كمية الحرارة

$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$

$q\ (J) = 2.44\ (J/g.C^\circ) \times 34\ (g) \times 54\ (C^\circ)$

$q\ (J) = 4479.8\ J$

السؤال 13-1 :- سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجة حرارة 25C° الى 40C° مما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J 0 احسب الحرارة النوعية لتلك المادة ؟

الحـــل :-

أولاً :- نجد التغير في درجات الحرارة

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (40 - 25)\ C^\circ = 15\ C^\circ$

ثانياً :- نستخدم العلاقة الاتية :-

$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$

ثالثاً :- (البعيد على القريب) لحساب الحرارة النوعية :-

$\varsigma\ (J/g.C^\circ) = \frac{q\ (J)}{m(g) \times \Delta T(C^\circ)}$

$\varsigma\ (J/g.C^\circ) = \frac{5700(J)}{155(g) \times 15(C^\circ)}$

$\varsigma\ (J/g.C^\circ) = 2.45\ J/g.C^\circ$

السؤال 1-14 :- 4.5 g من حبيبات الذهب امتصت 276 J من الحرارة عند تسخينها 0 فاذا علمت ان درجة الحرارة الابتدائية كانت 25C° 0 احسب درجة الحرارة النهائية التي سخنت اليها 0
اذا علمت ان :- الحرارة النوعية للذهب = 0.13 J / g.C° (مهم جداً)

الحـــــــــل :-

اولاً :- نجد الفرق في درجات الحرارة (ΔT) من العلاقة الاتية :-

$$q\,(J) = \varsigma\,(J/g.C^\circ) \times m\,(g) \times \Delta T\,(C^\circ)$$

$$\Delta T = \frac{q(J)}{\varsigma(J/g.C^\circ) \times m(g)}$$

$$\Delta T = \frac{276\,(J)}{0.13\,(J/g.C^\circ) \times 4.5\,(g)}$$

$$\Delta T = 471.8\ C^\circ$$

ثانياً :- نستطيع استخراج درجة الحرارة النهائية من العلاقة :-

$$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ$$

$$471.8\ C^\circ = (T_f - 25)\ C^\circ$$

$$T_f = 496.8\ C^\circ$$

السؤال 1-16 :- عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية = 2.4 KJ / C° فأن حرارة المسعر
ترتفع بمقدار 0.12 C° أحسب التغير في الانثالبي لهذا التفاعل بوحدات الجول ؟

انتبه :- لقد ذكر ان حرارة المسعر ترتفع بمقدار 0.12 C يعني ΔT اعطيت جاهزة

الحـــــــــل :-

ملاحظة مكررة :- ($\Delta H = q_P$) أي ان :- **التغير بالانثالبي** = كمية الحرارة بثبوت الضغط – ومنها

$$\Delta H_r = q_P = C \times \Delta T$$

$$\Delta H_r = 2.4\ (KJ/C^\circ) \times 0.12\ (C^\circ)$$

$$\Delta H_r = 0.288\ KJ$$

والان سنحول الوحدة الى الجول عن طريق العلاقة :-

$$\Delta H\ (J) = \Delta H\ (KJ) \times \frac{1000\ J}{1\ KJ} = 0.288\ (\cancel{KJ}) \times \frac{1000\ J}{\cancel{1\ KJ}} = 288\ J$$

حرارة التفاعل (التغير في الانثالبي)

الانثالبي :- وهي دالة حالة ثرموديناميكية وهي خاصية شاملة تمثل كمية **الحرارة الممتصة او المتحررة** المقاسة بثبوت الضغط ويرمزلها بالرمز H ولايمكن قياس القيم المطلقة **لها لأنها دالة حالة** ويقاس لها التغير الحاصل فيها ΔH

$$\Delta H = qP$$

أي ان (التغير بالانثالبي = حرارة التفاعل عند ثبوت الضغط)

أن قيم التغير بالانثالبي تخبرنا هل ان التفاعل باعث او ماص للحرارة
وسنرمز لأنثالبي التفاعل بالرمز ΔH_r حيث ان r من (reaction) وسوف يكون الاتي :-

- ($\Delta H_r = -$) *فأن التفاعل باعث للحرارة*
- ($\Delta H_r = +$) *فأن التفاعل ماص للحرارة*

من ضمن تعاريف اسئلة الفصل

- حيث يجب معرفة ان التغير بالاثالبي يساوي

$$\Delta Hr = \Delta H\ (\ products\ ) - \Delta H\ (\ Reactants\ )$$

حيث ان (products) تعني نواتج وان (Reactants) تعني متفاعلات

عملية باعثة للحرارة :- هي العملية التي يصاحبها تحرر حرارة وقيمة التغير في الانثالبي له سالبة
عملية ماصة للحرارة :- هي العملية التي يصاحبها امتصاص حرارة وقيمة التغير في الانثالبي له موجبة

==

وزاري 2013 الدور الثاني

☒ **دالة الحالة :-**
تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم خلاله التغير 0
من امثلة دالة الحالة :- الانثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة

علل :- الحرارة او الشغل لا تعتبر دالة حالة ؟
لأن قيمها تتغير بتغير ضروف التجربة وحيث انها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغير 0 لذا فهي لا تعتمد على الحالة الابتدائية او الحالة النهائية للنظام فقط 0
لايمكن قياس القيمة المطلقة لدوال الحالة وانما يمكن قياس التغير (Δ) لهذه الدوال 0 على سبيل المثال لا يمكن قياس القيمة المطلقة للانثالبي وانما يقاس مقدار التغير والذي يساوي $\Delta H = \Delta H_f - \Delta H_i$

==

السؤال 1-4 من اسئلة الفصل :-
ماتعني بدالة الحالة؟ واعط مثال على كميتين تعدان دالة حالة ومثال على دالة مسار (دالة غير حالة)
(الجـــــــــواب اعـــــــــلاه)

==

الخـــواص العامـــة للمـــواد

تقسم الخواص العامة للمواد الى نوعين :-
1- **الخواص الشاملة :-** وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة او الحجم والسعة الحرارية والانتروبي والانثالبي والطاقة الحرة 0000 الخ
2- **الخواص المركزة :-** وهي الخواص التي لاتعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط والكثافةودرجة الحرارة والحرارة النوعية .... الخ .

==

السؤال 1-7 :- ما الفرق بين الخواص المركزة والخواص الشاملة ؟ مع اعطاء مثال لكل منهما ؟
(الجـــــــــواب اعـــــــــلاه)

==

فراغ وزاري 2013 الدور الثالث و 2014 الدور الثاني

تقسم الخواص العامة للمواد الى نوعين 1- الخواص الشاملة 2- الخواص المركزة

==

كل شيء يرحل ولا يعود 00 الا الدعاء
يرحل بالرجاء ويرجع بالعطاء

الكيمياء الحرارية :- (تعريف ضمن اسئلة الفصل)

علم يهتم بدراسة الحرارة الممتصة والمنبعثة والمتحررة نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية ، او بمعنى ابسط علم يهتم بحساب انثالبي التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية .

==

قيـــاس انثالبـــي التفاعـــل :-

يستخدم لقياس حرارة التفاعل (انثالبي التفاعل) الممتصة او المتحررة بثبوت الضغط جهاز يسمى (المسعر)

المسعر :- جهاز يتكون من وعاء للتفاعل مغمور في كمية معينة من الماء (معروف الكتلة) موجودة في وعاء معزول عزلاً جيداً0 وبما ان الحرارة المتحررة من التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعر لذلك توضع في هذا الجهاز كميات معروفة من المواد المتفاعلة والتي يمكن قياس كميتها من الزيادة في درجة الحرارة اذا كانت السعة الحرارية للمسعر ومحتوياته معروفة 0(الرسم في الكتاب)

==

السؤال 1-8 :- صف المسعر الحراري الذي تتم بوساطته قياس الحرارة الممتصة والمنبعثة عند ثبوت الضغط أي الانثالبي

==

احفظ
الحرارة النوعية للماء = 4.2 J/g.C

كيفية ايجاد الحلول لأسئلة المسعر :- (مهمة جدا جدا)

1- نحسب ΔT من العلاقة :- $\Delta T = (T_f - T_i)$ C°

2- نحسب كمية الحرارة (q) للماء من العلاقة :- $q\,(J) = \varsigma\,(J/g.C^{\circ}) \times m\,(g) \times \Delta T\,(C^{\circ})$
ويجب ان نضع (اشارة سالبة) للرقم الناتج لأننا نريد حساب الحرارة المتحررة او المنبعثة او 00

3- نحسب عدد مولات المركب المذكور في السؤال من القانون $n = \frac{m\,(g)}{M\,(g\,/\,mol)}$

4- نحسب (q) للمركب وذلك وفق العلاقة :- $q_{\text{للمركب}} = \frac{q_{\text{للماء}}}{n_{\text{للمركب}}}$
أي :- قسمة (q) المحسوبة في الخطوة الثانية على عدد المولات المحسوبة بالخطوة الثالثة

5- واذا طلب حساب التغير بأنثالبي التفاعل فأننا نطبق ($\Delta H = q_P$) حيث ان الناتج يبقى نفسه

6- واذا طلب حساب (q) بالكيلو جول نستخدم $q\,(KJ) = q\,(J) \times \frac{1\,(KJ)}{1000\,(J)}$

==



مثال 1-2 :-

بأستخدام المسعر وضعت 3 g من مركب الكلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) الكتلة المولية له (180g/mol) في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين ووضع هذا الوعاء داخل الوعاء العازل الذي ملئ بكمية (1200 g) من الماء (الحرارة النوعية للماء = 4.2 J/g.C°) وكانت درجة الحرارة الابتدائية = 21 C° احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد ان التفاعل رفع درجة حرارة المسعرومحتوياته الى 25.5 C° 0 احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق 1 mol من الكلوكوز على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

الحل :-

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (25.5 - 21)\ C^\circ = 4.5\ C^\circ$

$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$

$q\ (J) = 4.2 (J/g.C^\circ) \times 1200\ (g) \times 4.5\ (C^\circ)$

$q\ (J) = 22680\ J$

$q\ (J) = -22680\ J$

وضعنا الاشارة السالبة لاننا نريد حساب كمية الحرارة المتحررة

$n = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$

$n = \frac{3\ (g)}{180 (g/mol)} = 0.017\ mol$

ولتسهيل الحسابات تستطيع التبسيط والاختصار في خطوة 2و 3 كما في الشكل :-

$\frac{3}{180} = \frac{1}{60}$

حيث في الخطوة التالية ستتحول القسمة الى ضرب كما في مايأتي :-

$q_{\text{للكلوكوز}} = \frac{-22680}{\frac{1}{60}} = -22680 \times \frac{60}{1} = -1360800$

انتبه :- ان الفرق البسيط في الناتج جاء نتيجة التقريب في الطريقة السابقة وان هذا الناتج اكثر دقة من الرقم الوارد في الكتاب

$q_{\text{للكلوكوز}} = \frac{q_{\text{للماء}}}{n_{\text{للكلوكوز}}}$

$q = \frac{-22680\ J}{0.017\ mol} = -1334118\ J/mol$

$\Delta H = q_P = -1334118\ J/mol$

$\Delta H\ (KJ/mol) = \Delta H (J/mol) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$\Delta H\ (KJ/mol) = -1334118\ (J/mol) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$\Delta H\ (KJ/mol) = -1334.118\ KJ/mol$



تمرين 1-2 :- اذا تم حرق 3 g من مركب الهيدرازين (N_2H_4) كتلته المولية = 32 g/mol في مسعر مفتوح يحتوي 1000 g من الماء (الحرارة النوعية للماء = 4.2 J/g.C°) فأن درجة الحرارة ترتفع من 24.6 C° الى 28.2 C° احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق ؟ والانثالبي ؟ لأحترق 1 mol من الهيدرازين بوحدة KJ/mol على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة ؟

الحـــــــل :-

وزاري 2013 الدور الاول

$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (28.2 - 24.6)C^\circ = 3.6\ C^\circ$

$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$

$q\ (J) = 4.2\ (J/g.C^\circ) \times 1000\ (g) \times 3.6\ C^\circ$

$q\ (J) = 15120\ J$

$q\ (J) = -15120\ J$ ← وضعنا الاشارة السالبة لاننا نريد حساب كمية الحرارة المتحررة

$n\ (mol) = \frac{m(g)}{M\ (g/mol)}$

$n = \frac{3\ (g)}{32\ (g/mol)} = 0.094\ mol$

$q = \frac{-15120\ J}{0.094\ mol} = -160851\ J/mol$

$\Delta H = q_P = -160851\ J/mol$

$\Delta H\ (KJ/mol) = \Delta H\ (J/mol) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$\Delta H\ (KJ/mol) = -160851\ (J/mol) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)}$

$\Delta H\ (KJ/mol) = -160.851\ KJ/mol$



السؤال 1-17 :- إذا تم حرق عينة كتلتها 1.5 g من حامض الخليك CH_3COOH الكتلة المولية للحامض تساوي(60 g / mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين 0 وكان المسعر يحتوي على 750 g من الماء (الحرارة النوعية للماء = 4.2 J/ g.C°) فأذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من 24C° الى 28C° . احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض .على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة

وزاري 2013 الدور الثاني

الحـــل:

$$\Delta T = (T_f - T_i)\ C^\circ = (28 - 24)\ C^\circ = 4\ C^\circ$$

$$q\ (J) = \varsigma\ (J/g.C^\circ) \times m\ (g) \times \Delta T\ (C^\circ)$$

$$q\ (J) = 4.2 (J/g.C^\circ) \times 750\ (g) \times 4\ (C^\circ)$$

$$q\ (J) = 12600\ J$$

$$q\ (J) = -12600\ J$$

وضعنا الاشارة السالبة لأنه طلب حساب كمية الحرارة المنبعثة

$$n\ (mol) = \frac{m(g)}{M\ (g/mol)}$$

$$n\ (mol) = \frac{1.5\ (g)}{60\ (g/mol)} = 0.025\ mol$$

$$q\ (J/mol) = \frac{-12600 (J)}{0.025\ (mol)} = -504000\ J/mol$$

ولتسهيل الحسابات تستطيع التبسيط الاختصار في 2 و 3 بالشكل :-

$$\frac{1.5}{60} = \frac{1}{40}$$

حيث في الخطوة التالية ستتحول القسمة الى ضرب كما في مايأتي :-

$$q = \frac{-12600}{\frac{1}{40}} = -12600 \times \frac{40}{1} = -504000$$

تنويه :- في هذا السؤال لم يطلب الانثالبي او التحويل الى كيلو جول

===

س19 من اسئلة الفصل:-

في مسعر حراري وضع (2.6 g) من الاستيلين C_2H_2 كتلته المولية M= 26 g/mol فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي (130 KJ) احسب انثالبية التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت ان :- $\Delta H_f^\circ\ CO_2 = -393.5\ KJ/mol$, $\Delta H_f^\circ\ H_2O = -286\ KJ/mol$

سؤال مهم جداً جداً جداً

الحل موجود في صفحة 30 في الملزمة 0
حيث يربط هذا السؤال موضوع المسعر بموضوع حساب انثالبي التفاعل القياسي



المعادلة الكيميائية الحرارية (مهمة افهمها جيدا)

تختلف المعادلة الكيميائية الحرارية عن كتابة المعادلات الكيميائية الاخرى بما يأتي :-

اولاً :- يجب ان تكتب التغير بالانثالبي (ΔH)

(أ) $\Delta H = +$ التفاعل ماص للحرارة – كما في مايأتي :-

$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = +6\ KJ/mol$

وهذا يعني انه تم امتصاص حرارة مقداره 6 KJ/mol عند درجة حرارة 25C° وضغط 1 atm

ملاحظة :- عندما تكتب الطاقة Energy (كلمة او رقم) في طرف المتفاعلات فالتفاعل ماص للحرارة

$H_2O_{(S)} + \underline{6\ KJ/mol} \longrightarrow H_2O_{(L)}$

(ب) $\Delta H = -$ **التفاعل باعث للحرارة** – كما في مايأتي :-

$CH_4\,_{(g)} + 2O_2\,_{(g)} \longrightarrow CO_2\,_{(g)} + 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = -890\ KJ/mol$

وهذا يعني انه تم انبعاث حرارة مقدارها 890 KJ/mol عند حرق مول واحد من غاز الميثان عند درجة حرارة 25C° وضغط 1 atm

ملاحظة :- عندما تكتب الطاقة Energy (كلمة او رقم) في طرف النواتج فالتفاعل باعث للحرارة

$CH_4\,_{(g)} + 2O_2\,_{(g)} \longrightarrow CO_2\,_{(g)} + 2H_2O_{(L)} + \underline{890\ KJ/mol}$

ثانياً :- يجب ان تذكر الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة 0 علل ذلك ؟

وذلك لأن كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل والمثال الاتي يوضح ذلك

$H_2\,_{(g)} + \frac{1}{2}O_2\,_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = -286\ KJ/mol$

$H_2\,_{(g)} + \frac{1}{2}O_2\,_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -242\ KJ/mol$

السؤال 1-5 :- لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية ؟ (الجواب اعلاه)

ثالثاً (مهم جداً) :- اذا تم عكس اتجاه المعادلة فأن اشارة الانثالبي تتغير من الموجب الى السالب او بالعكس كما في مايأتي :-

$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = 6\ KJ/mol$

$H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(S)} \qquad \Delta H = -6\ KJ/mol$

رابعاً (مهم جداً) :- عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي (رقم) يعامل الانثالبي بنفس الرقم مثلاً عند ضرب المعادلة الاتية بالرقم 2 سوف يعامل الانثالبي بنفس الرقم

$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = 6\ KJ/mol$

$2H_2O_{(S)} \longrightarrow 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = 2 \times 6\ KJ/mol = 12\ KJ/mol$



انثالبي التفاعل القياسي (ΔH_r°)

(ΔH_r°) :- وهو كمية الحرارة المصاحبة لحدوث التفاعل في الظروف القياسية(حرارة $25C^\circ$ ضغط 1 atm)

سؤال 18 من اسئلة الفصل :- ماذا تعني الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية ؟ وما هي اوجه الاختلاف عن الظروف القياسية (STP) التي تستخدم في الغازات ؟

الجواب :- الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية:- { درجة حرارة (298K) $25C^\circ$ وضغط 1 atm }
اما الظروف القياسية (STP) في الغازات :- { درجة حرارة (273K) $0C^\circ$ وضغط 1 atm }

كيف تستطيع ان تقرأ التفاعل الحراري ؟
مثلاَ التفاعل ادناه :-

$$C_5H_{12\,(L)} + 8O_{2\,(g)} \longrightarrow 5CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_r^\circ = -3523\ KJ/mol$$

تستطيع ان تقرأ التفاعل بالشكل الاتي :-
ان مول واحد من البنتان السائل C_5H_{12} تم حرقه مع 8 مول من غاز الاوكسجين لينتج 5 مول من غاز ثاني اوكسيد الكاربون و 6 مول من الماء السائل وتحررت حرارة مقدارها 3523 KJ / mol من عملية الاحتراق في الظروف القياسية $25C^\circ$ وضغط 1 atm

انواع الانثالبيات (موضوع مهم)

1-انثالبي التكوين القياسية :-

(ΔH_f°) :- وتعرف بأنها الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة بأثبت صورها في الظروف القياسية درجة حرارة $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm

حسن الخفاجي

&(مهم جداً جداً) يجب ان تنتبه الى الملاحظات الاتية وتفهمها بشكل جيد :-

اولاَ :- :- ان شروط تكوين أي مركب هي :-
1- تكوين مول واحد لمركب واحد 2- من عناصره الاساسية بأثبت صورها في الظروف القياسية

انتبه :- بهذه الشروط يكون ($\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$) حيث اذا لم يعطي معادلة في السؤال فيجب ان تقوم انت بكتابتها وحسب الطريقة المبسطة في الصفحة الاخرى 0

ثانياَ :- اذا اعطى في السؤال معادلة تحقق هذه الشروط بأستثناء الشرط ان المركب المتكون لايساوي مول واحد ففي هذه الحالة يجب ان تطبق العلاقة الاتية :-

$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المتكونة}}$$

احفظ

رحلة التفوق

ثالثاَ :- (ΔH_f°) لأي عنصر في الظروف القياسية وبأثبت صورة تساوي صفر 0وسوف تحتاج هذه المعلومة لاحقاَ عندما تصل الى تطبيق القانون :- $\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$

رابعاَ :- معلومة قد تحتاجها حسب قانون لابلاس (حرارة التكوين عكس حرارة التفكك) يعني عكس الاشارة

توضيح مفهوم (عنصر قياسي بأثبت صورة)

مثلاً :-

الكاربون C ← كرافيت (graphite) الصورة الاثبت
الكاربون C ← الماس (diamond)

الكبريت S ← معيني (rhombic) الصورة الاثبت
الكبريت S ← موشوري (orthorhombic)

+ الفسفور P
↓
اثبت صورة
(الاحمر)

وايضاً :-

اولاً :- جميع الفلزات مواد صلبة :-

{ الحديد Fe - والالمنيوم AL - والمغنيسيوم Mg - و و و و - **بأستثناء :- الزئبق Hg سائل (L)** }

ثانياً :- { العناصر الاتية غازات (g) }

{ الهيدروجين H_2 – الاوكسجين O_2 - النتروجين N_2 – الكلور CL_2 - الفلور F_2 - اليود I_2 – البروم Br_2 }

الفسفور مادة صلبة وهو نوعين احمر وابيض في الحالة الصلبة للفسفور الاحمر هي الصورة الاثبت

كيفية كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية لتكوين أي مركب ؟ (مهم جدا جدا)

اولاً (طرف النواتج) :- نضع المركب بعد سهم التفاعل (⟶) ويثبت بمول واحد

ثانياً (طرف المتفاعلات) :- نتبع مايأتي :-

1- نجزء المركب الى **العناصر الداخلة في تكوينه** ونضعها قبل سهم التفاعل ونفصل بينها بأشارة (+)

2- نتبع مع العناصر القاعدة الاتية :-
كل العناصر احادية الذرة في **طرف المتفاعلات** بأستثناء العناصر السبعة تكون ثنائية الذرة
(H_2 هيدروجين – O_2 اوكسجين – N_2 نتروجين – CL_2 كلور – Br_2 بروم – F_2 فلور – I_2 يود)

3- يجب ان لاننسى ان نضع العنصر (**باثبت صورة**)

4- نوازن عدد ذرات كل عنصر بمقارنة **عدد ذراته في طرف المتفاعلات** مع عدد ذراته في المركب ويجب ان لاتنسى ان (عدد مولات المركب **=1 مول**) **يعني يبقى ثابت وغير قابل للتغيير**

تنويه :- هناك عناصر توجد بأشكال رباعية او ثمانية الذرة مثلاً الفسفور (P_4) **ولكن يجب ان يتماشى الطالب مع القاعدة الموضوعة في اعلاه والتي تنطبق على جميع اسئلة وامثلة وتمارين الكتاب** بأستثناء المعادلة ادناه (وهي معادلة توضيحية وليست سؤال) لذلك اتبع القاعدة (و برگبتي)

$$\frac{3}{2}H_{2\,(g)} + 2O_{2\,(g)} + \frac{1}{4}P_{4\,(S)} \longrightarrow H_3PO_{4\,(S)}$$

المعادلات الاتية هي عبارة عن امثلة توضح معادلات تكوين بعض المواد :-

$$Mg_{(S)} + CL_{2\,(g)} \longrightarrow MgCL_{2\,(S)} \qquad \Delta H_f^{\circ}\,(MgCL_{2\,(S)}) = -\,642\ KJ/mol$$

$$C_{(graphit)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_f^{\circ}\,(CO_{2\,(g)}) = -\,394\ KJ/mol$$

$$2C_{(graphite)} + 3H_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(L)} \qquad \Delta H_f^{\circ}\,(C_2H_5OH) = -\,278\ KJ/mol$$

علل :- نلاحظ دائماً ضهور كسور في المعادلة الحرارية ؟ علل ذلك

الجواب :- بسبب كتابة المعادلة الكيميائية التي تمثل تكوين مول واحد من المركب المراد تكوينه لذلك نلجأ الى تغيير عدد مولات المادة المتفاعلة

مثال 3-1 :- اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية للبنزين C_6H_6 تساوي $\Delta H_f^\circ (C_6H_6) = 49\ KJ/mol$
اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث{ $\Delta H_r^\circ (C_6H_6)$ }تكون مساوية الى{ $\Delta H_f^\circ (C_6H_6)$ }

الحـــــل :-
نتبع طريقة كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية لتكوين البنزين

$$6C_{(graphite)} + 3H_{2\,(g)} \longrightarrow C_6H_{6\,(L)}$$

بما اننا كتبنا معادلة تكوين البنزين لمول واحد اذن

$$\Delta H_f^\circ (C_6H_6) = \Delta H_r^\circ (C_6H_6) = 49\ KJ/mol$$

تمرين (3-1) :- اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لحامض الكبريتيك $\Delta H_f^\circ (H_2SO_4) = -811\ KJ/mol$
اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون ΔHr° مساوية الى $\Delta H_f^\circ\ H_2SO_4$

الحـــــل :-
نتبع طريقة كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية لتكوين حامض الكبريتيك H_2SO_4

$$H_{2\,(g)} + S_{(rhombic)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow H_2SO_{4\,(L)}$$

بما اننا كتبنا معادلة تكوين حامض الكبريتيك لمول واحد اذن

$$\Delta H_f^\circ (H_2SO_4) = \Delta Hr^\circ (H_2SO_4) = -811\ KJ/mol$$

تمرين 4-1 :- احسب انثالبي التفاعل القياسية ΔH_r° للتفاعل الاتي :-

$$H_{2\,(g)} + F_{2\,(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$$

اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية لفلوريد الهيدروجين $(HF)\ \Delta H_f^\circ = -271\ KJ/mol$

الحل :- انتبه :- اعطى معادلة التفاعل وكان المركب المتكون 2 مول لذلك سنطبق :-

$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المتكونة}}$$

حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ \times (\text{عدد المولات المتكونة})$$
$$\Delta H_r^\circ = -271\ KJ/mol \times 2\ mol$$
$$\Delta H_r^\circ = -542\ KJ$$

تمرين 5-1 :- احسب انثالبي التفاعل القياسية للتفاعل الاتي :-

$$4AL_{(S)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2AL_2O_{3\,(S)} \qquad \Delta H_r^\circ = ?\ KJ$$

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لأوكسيد الالمنيوم $\Delta H_f^\circ (AL_2O_3) = -1670\ KJ/mol$

الحـــــل :-
انتبه :- اعطى معادلة التفاعل وكان المركب المتكون 2 مول لذلك سنطبق :-

$$4AL_{(S)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2AL_2O_{3\,(S)} \qquad \Delta H_r^\circ = ?\ KJ$$

$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المتكونة}}$$

حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ \times (\text{عدد المولات المتكونة})$$
$$\Delta H_r^\circ (AL_2O_3) = -1670\ KJ/mol \times 2\ mol$$
$$\Delta H_r^\circ (AL_2O_3) = -3340\ KJ$$

مثال 1-4 :- أي من التفاعلات الاتية تساوي قيمة انثالبي التفاعل القياسية ΔH_r° لها قيمة انثالبي التكوين القياسية ΔH_f° للمركبات المتكونة ؟

$$(1)\ 4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(S)} \qquad \Delta H_r^\circ = 1625\ KJ$$
$$(2)\ C_{(graphit)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ$$
$$(3)\ CO_{(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = 283\ KJ$$

الحـــــــل :-

$$(1)\ 4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(S)} \qquad \Delta H_r^\circ = 1625\ KJ$$

انثالبي **التفاعل القياسية لا** تساوي انثالبي التكوين القياسية للمركب Fe_2O_3 لأن الناتج هو 2 مول

$$(2)\ C_{(graphit)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ$$

انثالبي **التفاعل القياسي يساوي** انثالبي التكوين القياسية للمركب CO_2
وذلك لأنه **يحقق الشرطين بتكوين مول** واحد من CO_2 ومن عناصره الاساسية بأثبت صورة

$$(3)\ CO_{(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = 283\ KJ$$

انثالبي التفاعل القياسي **لا يساوي انثالبي التكوين** القياسية للمركب CO_2
وذلك لأن CO هو مركب **وليس عنصر بأثبت** صورة

سؤال 1-19 :- عرف انثالبي التكوين القياسية ΔH_f° واكتب المعادلات الحرارية لتكوين كحول الاثيل C_2H_5OH وكاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ 0 اذا علمت ان ΔH_f° لكل من الكحول والكاربونات تساوي -278 KJ/mol　-1207 K J/mol　على التوالي

الحـــــــل :-

انثالبي التكوين القياسية :- يرمز لها بالرمز (ΔH_f°) وتعرف بأنها الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة بأثبت صورها في الضروف القياسية درجة حرارة 25 C° وضغط 1 atm

معادلة تكوين كحول الاثيل

$$2C_{(graphite)} + 3H_{2(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(L)} \qquad \Delta H_f^\circ (C_2H_5OH) = -278\ KJ/mol$$

معادلة تكوين كاربونات الكالسيوم

$$C_{(graphite)} + Ca_{(S)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CaCO_{3(S)} \qquad \Delta H_f^\circ (CaCO_3) = -1207\ KJ/mol$$

2- انثالبي الاحتراق القياسية

ΔH_C° **:-** وتعرف بأنها الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من أي مادة حرقاً تاماً مع وفرة من الاوكسجين عند الضروف القياسية (درجة حرارة 25C° وضغط 1atm)

&(**مهم جداً جداً**) **يجب ان تنتبه الى الملاحظات الاتية وتفهمها بشكل جيد :-**

اولاً :- شروط حرق أي مادة (عنصر او مركب) :-
1- حرق مول واحد من المادة 2- يشترط وجود الاوكسجين (O_2)
3- ان يكون الاحتراق تاماً 4- تفاعلات الاحتراق دائماً باعثة للحرارة أي (ΔH_C° = قيمة سالبة)

انتبه الطالب العزيز :- بهذه الشروط يكون ($\Delta H_C^\circ = \Delta H_r^\circ$) حيث اذا لم يعطي معادلة في السؤال فيجب ان تقوم انت بكتابتها (وحسب الطريقة ادناه)

ثانياً :- اذا اعطى في السؤال معادلة تحقق هذه الشروط **بأستثناء ان المحترق لايساوى مول واحد** ففي هذه الحالة يجب ان تطبق العلاقة الاتية

$$\Delta H_C^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد مولات المادة المحترقة}}$$

احفظ

كيفية كتابة معادلات الاحتراق (مهم جداً جداً جداً)

1- معادلة حرق أي عنصر يتبع القاعدة الاتية :-

العنصر + O_2 ⟵ اوكسيد العنصر

ثم نوازن مبتدءاً بالعنصر ثم الاوكسجين

كما في الامثلة الاتية :-

$$H_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow H_2O_{\,(L)}$$

$$Na_{(S)} + \tfrac{1}{4}O_{2(g)} \longrightarrow \tfrac{1}{2}\,Na_2O_{(S)}$$

ملاحظة مهمة ومتكرر تطبيقها بالوزاري :- انتبه اخي العزيز ان معادلة حرق **عنصر هي نفسها تمثل معادلة** تكوين مركب

2- معادلة حرق أي مركب عضوي يتبع القاعدة الاتية :- **(مهمة جداً احفظها جيداً واحفظ كيف توازنها)**

مركب عضوي + O_2 ⟵ CO_2 + H_2O

ثم نوازن حيث نبدأ بالكاربون C ثم الهيدروجين H ثم الاوكسجين O

كما في الامثلة الاتية :-

حرق مول واحد من غاز البيوتان يحرر طاقة مقدارها 2873 KJ

$$C_4H_{10\,(g)} + \frac{13}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow 4CO_{2\,(g)} + 5H_2O_{\,(L)} \qquad \Delta H_r^\circ = -2873\ KJ/mol$$

حرق مول واحد من الاوكتان يحرر طاقة مقدارها 5471 KJ

$$C_8H_{18\,(L)} + \frac{25}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow 8CO_{2\,(g)} + 9H_2O_{\,(L)} \qquad \Delta H_r^\circ = -5471\ KJ/mol$$

حرق الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائن الحي يزود الجسم **بطاقة ليقوم بمهامه**

$$C_6H_{12}O_{6\,(S)} + 6O_{2\,(g)} \longrightarrow 6CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{\,(L)} \qquad \Delta H_r^\circ = -2808\ KJ/mol$$

مثال -5 :- اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول الاثيلي السائل (C_2H_5OH) اذا علمت ان :-

$$\Delta H_C^\circ\,(C_2H_5OH) = -1367\ KJ/mol$$

الحـــــل :-

$$C_2H_5OH_{\,(L)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{\,(L)} \qquad \Delta H_C^\circ\,(C_2H_5OH) = -1367\ KJ/mol$$

تمرين -6 :- اكتب تفاعل احتراق غاز البروبان (C_3H_8) اذا علمت ان $\Delta H_C^\circ = -2219\ KJ/mol$

الحــــل :-

$$C_3H_{8\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \longrightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{\,(L)} \qquad \Delta H_C^\circ\,(C_3H_8) = -2219\ KJ/mol$$

وزاري 2013 الدور الثالث
وايضاً 2014 الدور الاول

السؤال 1-20 :- احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية ($\Delta H_f^\circ (AL_2O_3)$ والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية $\Delta H_c^\circ (AL)$ في التفاعل الاتي :-

$$4AL_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2AL_2O_3 \quad \Delta H_r^\circ = -3340\ KJ$$

الحـــــل :-

اكرر الملاحظة مهمة :- ان معادلة احتراق (عنصر واكرر عنصر وليس مركب) هي نفسها معادلة تكوين مركب

نحسب التغير في انثالبي التكوين القياسية ($\Delta H_f^\circ (AL_2O_3)$

$$4AL_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2AL_2O_3 \quad \Delta H_r^\circ = -3340\ KJ$$

$$\Delta H_f^\circ (AL_2O_3) = \frac{\Delta Hr^\circ (KJ)}{\text{عدد المولات المتكونة}} = \frac{-3340\ (KJ)}{2\ mol} = -1670\ KJ/mol$$

نحسب التغير في **انثالبي الاحتراق القياسية** $\Delta H_c^\circ (AL)$

$$4AL_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2AL_2O_3 \quad \Delta H_r^\circ = -3340\ KJ$$

$$\Delta H_c^\circ (AL) = \frac{\Delta Hr^\circ (KJ)}{\text{عدد المولات المحترقة}} = \frac{-3340\ (KJ)}{4\ mol} = -835\ KJ/mol$$

سؤال اثرائي وزاري 1995 الدور التمهيدي :- احسب ΔH_c° , ΔH_f° للتفاعل الاتي :-

$$2Fe_2O_{3\,(S)} \longrightarrow 4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = +1644\ KJ$$

الحـــــل :-

فكرة السؤال :- تقلب المعادلة مع قيمة ΔH_r° ثم تطبق الملاحظة

$$4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2Fe_2O_{3(S)} \quad \Delta H_r^\circ = -1644\ KJ$$



$$\Delta H_f^\circ (Fe_2O_3) = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المتكونة}} = \frac{-1644\ KJ}{2\ mol} = -822\ KJ/mol$$

$$\Delta H_c^\circ (Fe) = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المحترقة}} = \frac{-1644\ KJ}{4\ mol} = -411\ KJ/mol$$

3 - انثالبي التغيرات الفيزيائية

عملية التبخر (Vaporization) :- هي عملية تحول المادة من الحالة السائلة الى الحالة **الغازية**

انثالبي التبخر (ΔH_{VaP}) :- هو كمية الحرارة المصاحبة (الممتصة) لتحول مول واحد **من أي مادة من الحالة** السائلة الى الحالة الغازية

مثال :- يتبخر مول واحد من الماء السائل الى بخار الماء ممتصاً حرارة مقدارها 44 KJ وحسب المعادلة الاتية :-

$$H_2O_{(L)} \xrightarrow{Vaporization} H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{VaP} = 44\ KJ/mol$$

عملية التكثيف (Condensation) :- هي عملية تحول المادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة وهي عكس عملية التبخر

انثالبي التكثيف (ΔH_{Cond}) :- هو كمية الحرارة المصاحبة (المنبعثة) لتحول مول واحد من أي مادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة

وبما ان عملية التكثيف هي عكس عملية التبخر لذلك فأن

ΔH_{Cond} للماء هي نفسها ΔH_{VaP} ولكن بعكس الاشارة

$$H_2O_{(g)} \xrightarrow{Condensation} H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_{Cond} = -44\ KJ/mol$$

عملية الانصهار (Fusion) :- هي عملية تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة

انثالبي الانصهار (ΔH_{fus}) :- هو كمية الحرارة المصاحبة (الممتصة) لتحول مول واحد من أي مادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة

مثال :- انصهار مول واحد من الجليد الى الماء السائل يحتاج امتصاص حرارة مقدارها 6 KJ

$$H_2O_{(S)} \xrightarrow{Fusion} H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_{fus} = 6\ KJ/mol$$

عملية التبلور او الانجماد (Crystallization) :- هي عملية تحول المادة من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة وهي عكس عملية الانصهار

انثالبي التبلور (ΔH_{Cryst}) :- هي كمية الحرارة المصاحبة (المنبعثة) لتحول مول واحد من أي مادة الحالة السائلة الى الحالة الصلبة

مثال :- لأنجماد مول واحد من الماء أي لتحوله من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة يمكن ان يمثل بالمعادلة

$$H_2O_{(L)} \xrightarrow{Crystallization} H_2O_{(S)} \qquad \Delta H_{Cryst} = -6\ KJ/mol$$

- الملخص :-

$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{Cryst}$	$\Delta H_{Vap} = -\Delta H_{Cond}$

انتبه مهم جدا جدا (ستفيدك في تطبيقات علاقة كبس)

انثالبي التبخر والانصهار تكون ذات قيمة موجبة أي انها **ماصة للحرارة**

انثالبي التكثيف والانجماد تكون ذات قيم سالبة أي انها **باعثة للحرارة**

مثال1 -6 :- اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي 23 KJ/mol احسب **انثالبي التكثيف** للامونيا

الحـــل :-

معادلة تبخر الامونيا تكتب بالشكل الاتي :-

$$NH_{3\,(L)} \xrightarrow{Vap} NH_{3\,(g)} \qquad \Delta H_{Vap} = 23\ KJ/mol$$

وبما ان التكثيف عكس التبخر اذن (نعكس المعادلة ونعكس اشارة القيمة)

$$NH_{3\,(g)} \xrightarrow{Cond} NH_{3\,(L)}$$

$$\Delta H_{Cond} = -\Delta H_{Vap} = -23\ KJ/mol$$

كن في حياة الاخرين كحبات السكر 000

حتى وان اختفيت فأنك تترك مذاقاً حلواً في افواه الاخرين 0

تمرين :- اذا علمت ان انثالبي الانصهار لحامض الخليك (CH_3COOH) الثلجي يساوي **5.11 KJ/mol**
احسب انثالبي الانجماد لهذا الحامض ؟

الحــــــــــــــل :-

معادلة انصهار حامض الخليك تكتب بالشكل الاتي :-

$$CH_3COOH_{(S)} \xrightarrow{fus} CH_3COOH_{(L)} \quad \Delta H_{fus} = 5.11\ KJ/mol$$

عكس عملية الانصهار هو عملية الانجاد (نعكس المعادلة ونعكس اشارة القيمة)

$$CH_3COOH_{(L)} \xrightarrow{Cryst} CH_3COOH_{(S)}$$

$$\Delta H_{Cryst} = -\ \Delta H_{fus} = -\ 5.11\ KJ/mol$$

طرائق حساب انثالبي التفاعل القياسية

يتم حساب انثالبي التفاعل القياسية بطريقتين :-

الطريقة الاولى غير مباشرة :- **بأستخدام قانون هيس**

الطريقة الثانية مباشرة :- **بأستخدام قيم انثالبي التكوين القياسية**

احفظ مهم

1- طريقة استخدام قانون هيس

قانون هيس :- **عند تحول المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في الانثالبي هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او في سلسلة من الخطوات**

علل :- يتم اللجوء الى الى قياس ΔH_r° لبعض التفاعلات بأستخدام الطريقة الغير مباشرة (قانون هيس)

الجواب :- لأن هناك العديد من المركبات الكيميائية **لا يمكن** تصنيعها بشكل مباشر من عناصرها وذلك لأسباب منها ان التفاعل قد يسير ببطء شديد او تكون **مركبات جانبية غير مرغوبة**

& ***يعتمد قانون هيس على حقيقة ان ΔH_r° هي دالة حالة*** أي **انها تعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية** للنظام فقط 0 ولاتعتمد على المسارات التي يسلكها التفاعل **للتحول من المواد المتفاعلة الى المواد الناتجة**

ملاحظات مساعدة على ايجاد الحلول بطريقة قانون هيس

في هذه الطريقة يجب ان يتوفر لديك

أ- معادلة رئيسية

ب- معادلات فرعية

(المعادلات يجب ان تكتبها قبل ايجاد الحلول اذا لم يعطى بعضها او كلها)

ملاحظة مهمة :- في هذه الطريقة أحياناً لايعطي لك المعادلة الرئيسية او بعض او كل **المعادلات الفرعية** وهنا يجب عليك ان تقوم انت بكتابة هذه المعادلات

اخي العزيز :- ان كتابة المعادلات ابسط مما تتصور لأن المعادلات التي قد لايعطيها هي **معادلات متعارف عليها** وقد درستها في بداية الفصل ***0 يعني لو معادلات احتراق لو تكوين لو تفكك (عكس التكوين)***

- وبعد ان تتوفر لك المعادلة الرئيسية والمعادلات الفرعية (تعطى او انت تكتبها) يجب ان تتبع مايأتي :-

1- المعادلة الرئيسية تكون ثابتة

2- التغيير يكون بالمعادلات الفرعية للحصول على المعادلة الرئيسية – مثلاً :- تعكس اتجاه معادلة او تضرب معادلة برقم او تقسم المعادلة على رقم او تعكس معادلة وتضربها او تقسمها على رقم --- الخ

3- في كل تغيير يجري على اي معادلة فرعية يجب ان يعامل الانثالبي بنفس معاملة المعادلة (مهم)

4- بعد اجراء التغييرات يتم حذف المتشابهات ويكون الحذف بالعكس (يعني متفاعل من معادلة مع ناتج من معادلة اخرى) او بالعكس مع ***الانتباه للحالة الفيزيائية اثناء الحذف***

5- يتم جمع المعادلات الفرعية وانثالبياتها للحصول على المعادلة الرئيسية (الجمع يكون بين متفاعلات مع متفاعلات ونواتج مع نواتج)

نصيحة :- بعد ان تفهم الموضوع وتقوم وبايجاد الحلول حاول ان ترجع للاسئلة مرة اخرى وتحاول ان تتصور ان هناك معادلات سوف لن تعطى لك في الوزاري (التكوين والتفكك واحتراق عنصر او مركب) وحاول ان تقوم انت بكتابتها والتعامل معها 0 لأنه في الامتحانات الوزارية سوف يحاول الاختصار وان لا يذكر عدد من المعادلات مراعاةً لحجم الورقة وايضاً حتى يربط موضوع قانون هيس بالمواضيع السابقة وايضاً حتى يحقق الشمولية بالمواضيع

مثال :- احسب **انثالبي التفاعل القياسية** ΔH_r° للتفاعل الاتي :-

$C_{(graphite)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = ?$

اذا اعطيت لك **المعادلات الحرارية الاتية** :-

(1) $C_{(graphite)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -393.5\ KJ/mol$

(2) $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -283\ KJ/mol$

الحــــــــل :-

& نلاحظ ان المعادلة الرئيسية و**المعادلات الفرعية معطاة** في السؤال

1- نعكس المعادلة رقم (2) ولاتنسى تعكس قيمة **الانثالبي** وتصبح معادلة (3)

2- تجمع المعادلة رقم (3) مع معادلة رقم (1)

(1) $C_{(graphite)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -393.5\ KJ/mol\ \ -1$

(3) $CO_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = 283\ KJ/mol$

$C_{(graphite)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -110.5\ KJ/mol$

مثال 1-7 :- احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2\,(L)}$ من عناصره **الاساسية بأثبت صورها**

$C_{(graphite)} + 2S_{(rhombic)} \longrightarrow CS_{2\,(L)} \qquad \Delta H_f^\circ = ?\ KJ/mol$

اذا اعطيت لك المعادلات الحرارية الاتية :-

(1) $C_{(graphite)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$

(2) $S_{(rhombic)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow SO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -296\ KJ/mol$

(3) $CS_{2\,(L)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + 2SO_{2\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -1072\ KJ/mol$

الحــــــــل :-

& نلاحظ ان المعادلة الرئيسية والمعادلات الفرعية معطاة في السؤال

1- تعكس المعادلة رقم 3 وتعكس اشارة الانثالبي وتصبح معادلة رقم 4

2- تضرب المعادلة رقم 2 بالرقم 2 ويعامل الانثالبي بنفس الرقم وتصبح المعادلة رقم 5

3- تجمع المعادلة رقم 4 والمعادلة رقم 5 مع المعادلة رقم 1

(1) $C_{(graphite)} + \cancel{O_{2\,(g)}} \longrightarrow \cancel{CO_{2\,(g)}} \qquad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$

(4) $CO_{2\,(g)} + 2SO_{2\,(g)} \longrightarrow CS_{2\,(L)} + 3O_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +1072\ KJ/mol$

(5) $2S_{(rhombic)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow 2SO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 2 \times -296 = -592\ KJ/mol$

$C_{(graphite)} + 2S_{(rhombic)} \longrightarrow CS_{2\,(L)}$ $\Delta H_r^\circ = 86\ KJ/mol$

تمرين 1-8 :- احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين $C_2H_{2\,(g)}$ من عناصره الاساسية

$2C_{(graphite)} + H_{2\,(g)} \longrightarrow C_2H_{2\,(g)}$ $\Delta H_f^\circ (C_2H_{2\,(g)}) = ?\ KJ$

اذا اعطيت لك المعادلات الاتية :-

(1) $C_{(graphite)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$

(2) $H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$

(3) $2\,C_2H_{2\,(g)} + 5O_{2\,(g)} \longrightarrow 4CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -2599\ KJ/mol$

الحـــــــل :-

& نلاحظ ان المعادلة الرنيسية والمعادلات الفرعية معطاة في السؤال

1- تضرب المعادلة رقم 1 في الرقم 2 ويعامل الانثالبي بنفس الرقم وتصبح معادلة رقم 4
2- تقلب المعادلة رقم 3 وتقسم على الرقم 2 وتعامل الانثالبي بنفس الرقم وتصبح معادلة رقم 5
3- تجمع المعادلة رقم 2 مع المعادلة رقم 4 والمعادلة رقم 5

(2) $H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$

(4) $2C_{(graphite)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -394 \times 2 = -788\ KJ/mol$

(5) $2CO_{2\,(g)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow C_2H_{2\,(g)} + \frac{5}{2}O_{2\,(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +1299.5\ KJ/mol$

$2C_{(graphite)} + H_{2\,(g)} \longrightarrow C_2H_{2\,(g)}$ $\Delta H_f^\circ (C_2H_{2\,(g)}) = +225.5\ KJ/mol$

السؤال 1- 21 :- اكتب نص قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية
ولو كان لديك المعادلات الاتية عند $25C^\circ$ وضغط 1 atm

(1) $H_{2\,(g)} + CL_{2\,(g)} \longrightarrow 2HCL_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -185\ KJ$

(2) $2\,H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -484\ KJ$

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :-

$4HCL_{(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CL_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = ?\ KJ$

الحـــــــل :-

اولاً :- تقلب المعادلة الاولى وتضرب ×2 وتصبح معادلة رقم 3

ثانياً :- تبقى المعادلة رقم 2 على حالها

ثالثاً :- تجمع معادلة رقم 2 مع معادلة رقم 3

(2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -484\ KJ$

(3) $4HCL_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + 2CL_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +370\ KJ$

$4HCL_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CL_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -114\ KJ$

سؤال 1-22 :- اذا اعطيت لك المعادلات الحرارية الاتية عند $25C^\circ$ وضغط $1\ atm$

(1) $\frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 33\ KJ$

(2) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 11\ KJ$

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :-

$2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\Delta H_r^\circ = ?\ KJ$

الحـــــل :-

اولاً :- تقلب المعادلة رقم 1 وتضرب ×2 وتصبح معادلة رقم 3

ثانياً :- تبقى المعادلة رقم 2 على حالها

ثالثاً :- تجمع المعادلة رقم 2 مع المعادلة رقم 3

(2) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 11\ KJ$

(3) $2NO_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 2O_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -66\ KJ$

$2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -55\ KJ$

السؤال 1-23 :- اذا كان لديك المعادلات الحرارية الاتية عند $25C^\circ$ وضغط $1\ atm$

(1) $FeO_{(S)} + H_{2(g)} \longrightarrow Fe_{(S)} + H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 25\ KJ$

(2) $3FeO_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(S)}$ $\Delta H_r^\circ = -318\ KJ$

(3) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -242\ KJ$

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :-

$3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(S)} + 4H_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = ?\ KJ$

الحـــــل :-

اولاً :- تقلب المعادلة رقم 1 وتضرب ×3 وتصبح المعادلة رقم 4

ثانياً :- تقلب المعادلة رقم 3 وتصبح المعادلة رقم 5

ثالثاً :- تبقى المعادلة رقم 2 على حالها

رابعاً :- تجمع المعادلات رقم 2,4,5

(2) $3FeO_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(S)}$ $\Delta H_r^\circ = -318\ KJ$

(4) $3Fe_{(S)} + 3H_2O_{(g)} \longrightarrow 3FeO_{(S)} + 3H_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -75\ KJ$

(5) $H_2O_{(g)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H_r^\circ = +242\ KJ$

$3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)} \longrightarrow Fe_3O_4{}_{(S)} + 4H_2{}_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -151\ KJ$

السؤال 1-24 :- اذا كان لديك المعادلات الحرارية الاتية عند $25C^\circ$ وضغط 1 atm

(1) $SCL_2O_{(L)} + \frac{1}{2}O_2{}_{(g)} \longrightarrow SO_2{}_{(g)} + CL_2{}_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = 10\ KJ$

(2) $PCL_3{}_{(L)} + \frac{1}{2}O_2{}_{(g)} \longrightarrow PCL_3O_{(L)}$ $\Delta H_r^\circ = -325\ KJ$

(3) $P_{(S)} + \frac{3}{2}CL_2 \longrightarrow PCL_3{}_{(L)}$ $\Delta H_r^\circ = -307\ KJ$

احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي :-

$2P_{(S)} + 2SO_2{}_{(g)} + 5CL_2{}_{(g)} \longrightarrow 2SCL_2O_{(L)} + 2PCL_3O_{(L)}$ $\Delta H_r^\circ = ?\ KJ$

الحـــل :-

اولاً :- تقلب المعادلة رقم 1 وتضرب × 2 وتصبح معادلة رقم 4

ثانياً :- تضرب المعادلة رقم 2 بالرقم× 2 وتصبح معادلة 5

ثالثاً :- تضرب المعادلة رقم 3 بالرقم ×2 وتصبح معادلة 6

رابعاً :- تجمع المعادلات 4,5,6

(4) $2SO_2{}_{(g)} + 2CL_2{}_{(g)} \longrightarrow 2SCL_2O_{(L)} + O_2{}_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -20\ KJ$

(5) $2PCL_3{}_{(L)} + O_2{}_{(g)} \longrightarrow 2PCL_3O_{(L)}$ $\Delta H_r^\circ = -650\ KJ$

(6) $2P_{(S)} + 3CL_2{}_{(g)} \longrightarrow 2PCL_3{}_{(L)}$ $\Delta H_r^\circ = -614\ KJ$

$2P_{(S)} + 2SO_2{}_{(g)} + 5CL_2{}_{(g)} \longrightarrow 2SCL_2O_{(L)} + 2PCL_3O_{(L)}$ $\Delta H_r^\circ = -1284\ KJ$

سؤال وزاري 2013 الدور الاول :- احسب انثالبية التكوين القياسية ΔHf° لغاز CO 0 اذا علمت ان حرارة حرارة تفكك CO_2 هي $+394\ KJ/mol$ وان حرارة التفاعل الاتي :-

$CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -283\ KJ$

الحـــل :-

الطالب العزيز ان هذا السؤال من الممكن ان يحل بأكثر من طريقة **ولكن الطريقة المطلوبة** وزارياً هي بقانون هيس

هنا يجب ان تكتب المعادلات المجهولة ثم تقوم بترتيبها لأيجاد الحلول

سنجد اولاً المعادلة الرئيسية :-

$C_{(graphite)} + \frac{1}{2}O_{(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$ $\Delta Hf^\circ = ?$

وايضاً سنكتب المعادلة الاولى :- معادلة تفكك CO_2 :-

$CO_2 \longrightarrow C_{(graphite)} + O_2{}_{(g)}$ $\Delta Hr^\circ = +394\ KJ/mol$

ونلاحظ ان المعادلة الثانية معطاة في السؤال :-

$CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -283\ KJ$

والان سوف نقوم بأيجاد الحلول :-

حيث سوف نقلب المعادلة الاولى ونقلب المعادلة الثانية وتعامل انثالبياتها بالمثل

$C_{(graphite)} + O_2{}_{(g)} \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = -394\ KJ/mol$

$CO_{2(g)} \longrightarrow CO + \frac{1}{2}O_2$ $\Delta H r^\circ = +283\ KJ$

$C_{(graphite)} + \frac{1}{2}O_{(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -111\ KJ/mol$

س 35 من اسئلة الفصل :- اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من (CH_3OH , H_2 , CO) بوحدات KJ/mol هي على التوالي ($-727 , -286 , -284$) احسب $\Delta Hr°$ بأستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي :-

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

مهم جداً

الحـــــل :-

الطالب العزيز لاحظ انه لم يعطي في السؤال معادلات احتراق (CH_3OH , H_2 , CO) لذلك يجب عليك ان تقوم بكتابتها وكما تعلمت سابقاً

$$CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta Hr° = -727$$

$$H_2 + ½O_2 \longrightarrow H_2O \qquad \Delta Hr° = -286$$

$$CO + ½O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr° = -284$$

والان وبعد ان كتبت المعادلات تستطيع ان تستخدم طريقة قانون هيس

حيث :-

تقلب المعادلة الاولى و وتضرب المعدلة الثانية في 2 و الثالثة تبقى على حالها

$$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \qquad \Delta Hr° = +727$$

$$2H2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \qquad \Delta Hr° = 2\times-286 = -572$$

$$CO + ½O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr° = -284$$

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH \qquad \Delta Hr° = -129$$

سؤال اثرائي وزاري 1993 الدور الثاني (واجب) :- احسب $\Delta H_f (CH_4)$ من التفاعلات الاتية :-

$$C_{graphite} + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta H_r° = -394 \ KJ/mol$$

$$H_2O \longrightarrow H_2 + ½O_2 \qquad \Delta H_r° = +286 \ KJ/mol$$

$$CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_4 + 2O_2 \qquad \Delta H_r° = +892 \ KJ/mol$$

سؤال اثرائي وزاري 1995 الدورالثاني (واجب) :-

اذا علمت ان حرارة احتراق البيوتان C_4H_{10} = -2878.5 KJ/mol عندما يعطي CO_2 والماء السائل 0 ولكنه = 2658.5 KJ/mol - عندما يعطي CO_2 وبخار الماء 0 احسب حرارة تبخر الماء ؟

محطة استراحة :-

هل تعلم ان الهدهد اذا غابت الانثى لايأكل ولايشرب الى ان تعود واذا ماتت لاينظر الى اي انثى بعدها

وان البطة تعيش مع ذكر واحد فقط واذا مات لاتتزوج غيره

اللهم هدهد رجالنا وبطبط نساؤنا

2- طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية

اذا كان لديك التفاعل الحراري الاتي :-

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

تستطيع حساب قيمة ΔH_r° لهذا التفاعل بأستخدام العلاقة الاتية :-

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$

حيث :-

n تمثل عدد المولات ، Σ يعني مجموع ، (Products) تعني نواتج ، (Reactants) تعني متفاعلات

- نستطيع حساب ΔH_r° للتفاعل الحراري أعلاه وبالشكل الاتي :-

$$\Delta H_r^\circ = [\, c\,\Delta H_f^\circ(C) + d\,\Delta H_f^\circ(D)\,] - [\, a\,\Delta H_f^\circ(A) + b\,\Delta H_f^\circ(B)\,]$$

لأيجاد ΔH_r° بهذه الطريقة يجب الانتباه الى الملاحظات الاتية :-

1- في هذه الطريقة يشترط وجود معادلة التفاعل اما تعطى او انت تكتبها

2- أن ΔH_f° لأي عنصر بأثبت صورة = صفر

3- المجهول يكون على ثلاث انواع :-

الاول :- ΔHr° وهنا سيعطي قيم ΔH_f° لمواد التفاعل

الثاني:- ΔH_f° لأحد مواد التفاعل وهنا يجب ان تكون قيمة ΔHr° معلومة مع بقية ΔH_f للمواد الاخرى

الثالث :- احياناً يطلب (ΔH_f°) لأحد مواد التفاعل (مادة متفاعلة او مادة ناتجة) ولا يعطي (ΔH_r°) ففي هذه الحالة يجب ان تقوم انت بأستخراجه حيث سيعطي (ΔH_C°) في السؤال وتطبق :-

$$\Delta HC^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المحترقة}}$$

وبعد تطبيق هذا القانون تجد (ΔH_r°) ومنه تستطيع ايجاد (ΔH_f°) للمادة المطلوبة كما في السؤال الاثرائي صفحة 27

مثال 1-8 :- يجري تفاعل الثرميت الذي يتضمن الالمنيوم واوكسيد الحديد (III) كالاتي :-

$$2AL_{(S)} + Fe_2O_{3\,(S)} \longrightarrow AL_2O_{3\,(S)} + 2Fe_{(L)} \qquad \Delta H_r^\circ = ?\ KJ$$

احسب انثالبي التفاعل القياسية لهذا التفاعل اذا علمت ان :-

$\Delta H_f^\circ\,(AL_2O_{3\,(S)}) = -\,1670\ KJ/mol$

$\Delta H_f^\circ\,(Fe_2O_{3\,(S)}) = -\,822\ KJ/mol$

$\Delta H_f^\circ\,(Fe_{(L)}) = 12\ KJ/mol$

الحل :-

$$2AL_{(S)} + Fe_2O_{3\,(S)} \longrightarrow AL_2O_{3\,(S)} + 2Fe_{(L)} \qquad \Delta H_r^\circ = ?\ KJ$$

0 -822 - 1670 12

يجب ان ينتبه الطالب الى المعادلة حيث ان ΔH_f° للالمنيوم الحر وبأثبت صورة = صفر

اما الحديد الحر فأنه يوجد بصورة غير ثابتة (سائل) أي ΔH_f° له = قيمة تعطى في السؤال

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$

$\Delta H_r^\circ = [\,\Delta H_f^\circ\,(AL_2O_{3\,(S)}) + 2\Delta H_f^\circ\,(Fe_{(L)})\,] - [\,2\,\Delta H_f^\circ(AL_{(S)}) + \Delta H_f^\circ(\,Fe_2O_{3\,(S)})\,]$

$\Delta H_r^\circ = [(-\,1670) + 2(12)\,] - [\,2(0) + (-\,822)\,]$

$\Delta H_r^\circ = -\,824\ KJ/mol$

تمرين 1-9 :- يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز والماء السائل احسب ΔH_r° لهذا التفاعل اذا علمت ان :-

وزاري

$\Delta H_f^\circ (C_6H_{6\,(L)}) = 49\ KJ/mol$
$\Delta H_f^\circ (CO_{2\,(g)}) = -394\ KJ/mol$
$\Delta H_f^\circ (H_2O_{(L)}) = -286\ KJ/mol$

الحل :-

نلاحظ عزيزي الطالب بأنه لم يعطي المعادلة لذلك يجب ان نكتب معادلة احتراق البنزين كما تعلمنا سابقاً

$$C_6H_{6\,(L)} + \frac{15}{2} O_{2\,(g)} \longrightarrow 6\,CO_{2\,(g)} + 3\,H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_r^\circ = ?\ KJ/mol$$
49 0 -394 - 286

نحسب قيمة ΔH_r° بأستخدام العلاقة الاتية :-

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$
$$\Delta H_r^\circ = [\,6\,\Delta H_f^\circ (CO_{2\,(g)}) + 3\,\Delta H_f^\circ (H_2O_{(L)})\,] - [\Delta H_f^\circ (C_6H_{6\,(L)}) + \frac{15}{2}\,\Delta H_f^\circ (O_{2\,(g)})\,]$$
$$\Delta H_r^\circ = [\,6\,(-394) + 3(-286)\,] - [(49) + \frac{15}{2}\,(0)\,]$$
$$\Delta H_r^\circ = -3271\ KJ/mol$$

السؤال 1-25 :- احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي عند $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm

$$2NH_{3\,(g)} + 3O_{2\,(g)} + 2CH_{4\,(g)} \longrightarrow 2HCN_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

اذا اعطيت لك المعلومات الاتية :-

$\Delta H_f^\circ (NH_{3\,(g)}) = -80\ KJ/mol$
$\Delta H_f^\circ (CH_{4\,(g)}) = -75\ KJ/mol$
$\Delta H_f^\circ (HCN_{(g)}) = -135\ KJ/mol$
$\Delta H_f^\circ (H_2O_{(g)}) = -242\ KJ/mol$

الحل :-

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$
$$\Delta H_r^\circ = \{\,2\times\Delta H_f^\circ (HCN_{(g)}) + 6\times\Delta H_f^\circ (H_2O_{(g)})\,\} - \{2\times\Delta H_f^\circ (NH_{3\,(g)}) + 3\times\Delta H_f^\circ (O_{2\,(g)}) + 2\times\Delta H_f^\circ (CH_{4\,(g)})\,\}$$
$$\Delta H_r^\circ = \{\,(2\times -135) + (6\times -242)\} - \{(2\times -80) + (3\times 0) + (2\times -75)\}$$
$$\Delta H_r^\circ = -1412\ KJ/mol$$

السؤال 1-26 :- احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3\,(S)}$ للتفاعل الاتي :- اذا اعطيت لك المعلومات

$$P_4O_{10\,(S)} + 4HNO_{3\,(L)} \longrightarrow 4HPO_{3\,(L)} + 2N_2O_{5\,(g)} \qquad \Delta H_r^\circ = -180\ KJ$$
-2984 -174 $\Delta H_f^\circ = ?$ -43

$\Delta H_f^\circ (P_4O_{10\,(S)}) = -2984\ KJ/mol$
$\Delta H_f^\circ (HNO_{3\,(L)}) = -174\ KJ/mol$
$\Delta H_f^\circ (N_2O_{5\,(g)}) = -43\ KJ/mol$

الحل :-

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$
$$\Delta H_r^\circ = \{4\times\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)}) + 2\times\Delta H_f^\circ (N_2O_{5\,(g)})\} - \{\Delta H_f^\circ (P_4O_{10\,(S)}) + 4\times\Delta H_f^\circ (HNO_{3\,(L)})\,\}$$
$$-180 = \{4\times\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)}) + (-86)\} - \{(-2984) + (-696)\}$$
$$-180 = \{4\times\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)}) + (-86)\} - \{-3680\,\}$$
$$-180 = \{\,4\times\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)})\,\}\,(-86) + 3680$$
$$-180 = \{\,4\times\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)})\,\} + 3594$$
$$-180 + (-3594) = 4\times\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)})$$

$\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)} = \frac{\{(-180)+(-3594)\}}{4} = \frac{-3774}{4}$

$\Delta H_f^\circ (HPO_{3\,(S)}) = -943.5\ KJ/mol$

س19 من اسئلة الفصل:- في مسعر حراري وضع **2.6 g** من الاستيلين C_2H_2 كتلته المولية **M= 26 g/mol** فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي **(130 KJ)** احسب انثالبية التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت ان :- $\Delta H_f^\circ\ CO_2 = -393.5\ KJ/mol$, $\Delta H_f^\circ\ H_2O = -286\ KJ/mol$

سؤال مهم جداً جداً

الحـــــــل :-

الطالب العزيز ان هذا السؤال يربط موضوع المسعر بموضوع انثالبي التفاعل

اولاً :- نلاحظ ان كمية الحرارة اعطيت جاهزة وتساوي 130 KJ

وهنا نضع فقط الاشارة السالبة للدلالة على انبعاث حرارة (احتراق)

$q = \Delta H = -130\ KJ$

ثانياً :- من الكتلة والكتلة المولية نجد عدد المولات

$n\ (mol) = \frac{m\,(g)}{M(g/mol)} = \frac{2.6\,g}{26\,(g/mol)} = \frac{1}{10} = 0.1\ mol$

ثالثاً :- نجد كمية الحرارة لأحتراق لمول واحد من الاستيلين

$\Delta H_{للاستيلين} = \frac{-130\ KJ}{0.1\ mol} = -1300\ KJ/mol$

رابعاً :- وبما انه طلب ΔH_f° للاستيلين – اذاً سوف نكتب معادلة احتراق الاستيلين ونجد ΔHf كما تعلمنا

$C_2H_2 + \frac{5}{2} O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O \qquad \Delta Hr^\circ = -1300\ KJ/mol$

$\Delta H_f^\circ = ? \qquad 0 \qquad -393.5 \qquad -286$

ثم نطبـــــــــــــــق

$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\ (Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\ (Reactants)$

$-1300 = \{ (2 \times -393.5) + -286 \} - \{ \Delta Hf^\circ + 0 \}$

ثم تكمـــــــــــــــل التبسيط

سؤال اثرائي :- احسب انثالبية التكوين القياسية ΔHf° لغاز الامونيا 0

اذا علمت ان حرارة احتراقها ΔHc° تساوي ($\Delta Hc^\circ = -339\ KJ/mol$)

$4NH_{3\,(g)} + 7O_{2\,(g)} \longrightarrow 4NO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(g)}$

وان $\Delta Hf^\circ\ NO_2 = 33.8\ KJ/mol$, $\Delta Hf^\circ\ H_2O = -286\ KJ/mol$

الحـــــــل :-

فكرة السؤال :- حتى نستطيع تطبيق قانون $\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\ (Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\ (Reactants)$

يجب ان نستخرج قيمة ΔH_r° من قيمة ΔHc° المعطاة في السؤال

$\Delta Hc^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المحترقة}}$

$\Delta Hr^\circ = \Delta Hc^\circ \times 4$

$\Delta Hr^\circ = -339 \times 4 = -1356\ KJ$

والان نستطيع تطبيق القانون لأيجاد ΔHf° لغاز الامونيا

$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\ (Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\ (Reactants)$

$\Delta H_r^\circ = \{ 4\times\Delta Hf^\circ(NO_2) + 6\times\Delta Hf^\circ(H_2O) \} - \{ 4\times\Delta Hf^\circ(NH_3) + 7\times\Delta Hf^\circ(O_2) \}$

$-1356\ KJ = \{ (4\times33.8) + (6\times-286) \} - \{ 4\times\Delta Hf^\circ(NH_3) + (7\times0) \}$

ثم تبسط وتجد قيمة ΔHf° لغاز الامونيا

العمليات التلقائية

العملية التلقائية :- هي أي عملية فيزيائية او كيميائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من أي عامل عامل خارجي

التفاعل التلقائي :- هو التفاعل الذي يحدث من تلقاء نفسه عند ضروف معينة من درجة حرارة او ضغط او تركيز

من امثلة العمليات التلقائية الفيزيائية او الكيميائية :-

1- سقوط الماء من اعلى الشلال عملية تلقائية ولكن صعود الماء اليه مستحيل
2- انتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد عملية تلقائية ولكن العكس لايحدث مطلقاً
3- ذوبان قطعة السكر في كوب قهوة عملية تلقائية ولكن السكر المذاب لايعود الى شكله الابتدائي بصورة تلقائية
4- انجماد الماء تحت الـ $0C^{\circ}$ يحدث بشكل تلقائي وينصهر الجليد فوق الـ $0C^{\circ}$ عند ضغط 1 atm
5- يصدأ الحديد عند تعرضه للاوكسجين وللرطوبة عملية تلقائية ولكن الصدأ لايعطي حديد وماء وهواء
6- تتفاعل قطعة الصوديوم Na بشدة مع الماء لينتج NaOH و H_2 ولايتفاعل (NaOH و H_2)ليعطيNaوماء
7- تمدد الغاز تلقائياً في الاناء المفرغ من الهواء عملية تلقائية ولكن تجميع جزيئات الغاز في وعاء واحد لاتلقائي

& - ان هذه الامثلة جميعاً **توضح ان العمليات** التي تجري بشكل تلقائي بأتجاه معين لايمكنها الرجوع وبشكل تلقائي **بالاتجاه المعاكس في ظل نفس الظروف**

سؤال للمناقشة :- ماهو السبب الذي يجعل بعض العمليات تحدث بشكل تلقائي ؟

ان احد الاجوبة المقنعة لهذا السؤال **هو ان جميع العمليات** التلقائية يرافقها انخفاض في الطاقة الكلية للنظام (طاقة اقل يعني استقرار اكثر) أي ان الطاقة **النهائية اقل** من الطاقة الابتدائية للنظام0
وان هذا يوضح سبب انتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد وسبب سقوط الماء من اعلى الشلال
ستلاحظ ان اغلب التفاعلات التي يرافقها **انخفاض في الطاقة أي الانثالبي مثل** التفاعلات الباعثة للحرارة تحدث بشكل تلقائي عند الضروف القياسية **مثل احتراق الميثان**

$$CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_r^{\circ} = -890\ KJ$$

وتفاعلات اخرى عديدة غير احتراق الميثان مثل تفاعلات تعادل **الحامض مع القاعدة**
ولكن هل هذا يعني ان أي تفاعل تلقائي يجب ان يكون باعث للحرارة ؟؟؟

الجواب :- لا

لايمكن ان نعمم هذا الافتراض لأن هناك تغيرات فيزيائية وكيميائية تكون **(ماصة للحرارة) وتحدث بشكل تلقائي**
من الامثلة على ذلك :- ذوبان كلوريد الامونيوم NH_4CL في الماء يحدث **بشكل تلقائي وهو ماص للحرارة**

$$NH_4CL_{(S)} \longrightarrow NH_4^{+} + CL^{-} \qquad \Delta H_r^{\circ} = +14\ KJ$$

وهناك امثلة كثيرة مثل انصهار الجليد او تبخر الماء وغيرها

- **اذن نستطيع ان نستنتج :-**

انه لايمكن ان نحدد بشكل مطلق تلقائية اوعدم تلقائية التفاعل من خلال معرفة **التفاعل ماص او باعث** للحرارة

- اذن سوف نحتاج الى دالة ثرموديناميكية جديدة تسمى **الانتروبي**

س1-28 :- ماذا تعني العمليات التلقائية ؟ وضح ذلك ثم اعط مثالين لكل من العمليات التلقائية وغير التلقائية.

(الجـواب فـي الصفحـة السابقـة)

سؤال 1-29 :- أي من العمليات الاتية تلقائية واي منها غير تلقائية :-

1- **ذوبان ملح الطعام في الماء**
   ج :- عملية تلقائية
2- **تسلق قمة ايفرست**
   ج :- **عملية غير تلقائية**
3- **انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر**
   ج :- **عملية تلقائية**
4- **فصل الهيليوم والنيون من مزيج من الغازات**
   ج :- **عملية غير تلقائية**

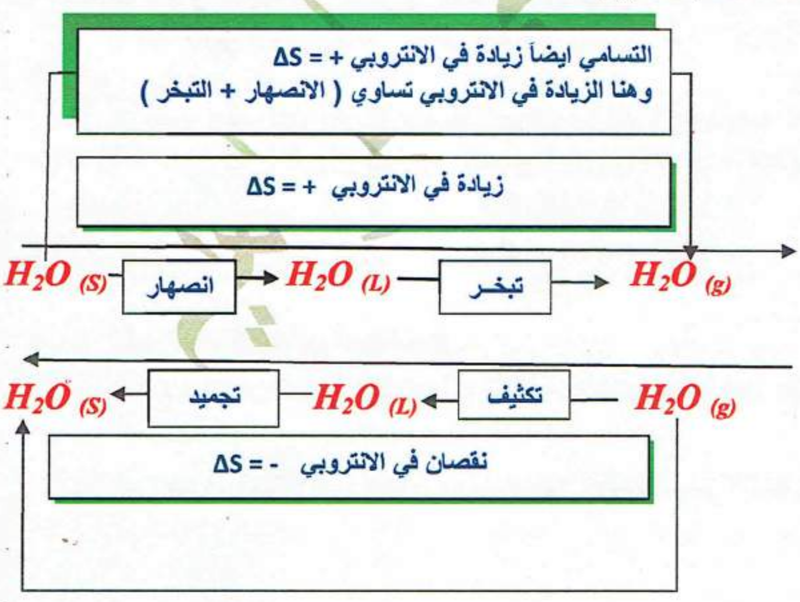
الانتروبــــــي (S)

الانتروبي :- ويرمز له بالرمز **S** وهو **دالة ثرموديناميكية** تصف الى أي مدى تصل درجة لا انتظام النظام
الانتروبي دالة حالة لايمكن ان **تقاس القيمة المطلقة لها وانما** يقاس التغير الحاصل في الانتروبي $\Delta S = S_f - S_i$

مهم جداً :- $\Delta S_{(g)} > \Delta S_{(L)} > \Delta S_{(S)}$

أي ان :- الانتروبي للحالة الغازية > الانتروبي للحالة السائلة > الانتروبي للحالة الصلبة
او بتعبير أخر :- ان الجزيئات في الحالة الصلبة **تكون مرتبة اكثر منها في الحالة** السائلة
والجزيئات في الحالة السائلة **مرتبة اكثر منها في الحالة** الغازية

- مخطط توضيحي (مهم جداً جداً) نأخذ الماء كمثال :-



انتباه انتباه انتباه (مهم جداً)

ان اشارة ΔS و ΔH متشابهة دائماً في كل العمليات الستة وهذه المعلومة ستفيدك كثيراً في تطبيقات علاقة كبس والتي سندرسها لاحقاً
يعني :-

الانصهــــار + = ΔS **وايضاً** + = ΔH
التبخـــــر + = ΔS **وايضاً** + = ΔH
التسامــــي + = ΔS **وايضاً** + = ΔH
التكثيـــف - = ΔS **وايضاً** - = ΔH
التجميـــد - = ΔS **وايضاً** - = ΔH
التصلـــب - = ΔS **وايضاً** - = ΔH

الملخص للانتروبي :- (مهم جداً)

1- تحول الصلب الى سائل (انصهار) زيادة في الانتروبي + = ΔS
2- تحول السائل الى غاز (تبخر) زيادة في الانتروبي + = ΔS
3- تحول الصلب الى غاز دون المرور بالسائل (تسامي) زيادة في الانتروبي + = ΔS
4- تحول الغاز الى سائل (تكثيف) نقصان في الانتروبي - = ΔS
5- تحول السائل الى صلب (انجماد) نقصان في الانتروبي - = ΔS
6- تحول الغاز الى صلب دون المرور بالسائل (تصلب) نقصان في الانتروبي - = ΔS
7- زيادة درجة الحرارة (التسخين) زيادة في الانتروبي + = ΔS
8- خفض درجة الحرارة (التبريد) نقصان في الانتروبي - = ΔS
9- ذوبان صلب في سائل زيادة الانتروبي + = ΔS
10- ذوبان غاز في سائل نقصان في الانتروبي - = ΔS
11- زيادة الضغط المسلط على غاز في اناء مغلق بثبوت درجة الحرارة تقل الانتروبي (- = ΔS)
12- عندما تكون عدد مولات النواتج اكبر من المتفاعلات فأن + = ΔS بثبوت الحالة الفيزيائية وبالعكس :-مثل

$$N_2O_{4\,(g)} \longrightarrow 2NO_{2\,(g)}$$

علل :- زيادة درجة الحرارة (التسخين) يؤدي الى زيادة في الانتروبي (+ = ΔS)

حيث تزداد الحركات الانتقالية للجزيئات ويقوم بزيادة الحركة الدورانية والاهتزازية اضافة الى ذلك يؤدي التسخين الى ازدياد انواع الطاقات المرتبطة جميعاً بالحركة الجزيئية

&- ذوبان السكر في الماء تؤدي الى زيادة في الانتروبي (+ = ΔS)

حيث ينكسر النظام الهيكلي المنتظم للسكر (المذاب) وكذلك جزء من الانتظام للماء (المذيب) وعليه يكون المحلول لا انتظام اكثر للمذيب النقي وللمذاب النقي معاً

وايضاً :- عند ذوبان مادة صلبة مثل كلوريد الصوديوم NaCL يزداد الانتروبي (+ = ΔS) ؟

ان الزيادة في الانتروبي تحصل نتيجة عاملين

1- عملية تكوين المحلول (خلط المذاب مع المذيب)
2- تفكك المركب الصلب الى ايونات

مثال 1-9 :- تنبأ في ما أذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر في العمليات الاتية ؟

1- تجمد كحول الاثيل ؟
2- تبخر سائل البروم
3- ذوبان الكلوكوز في الماء
4- تبريد غاز النتروجين من $80\ C^\circ$ الى $20\ C^\circ$

الحـــــل :-

1- بما ان عملية الانجماد تحول كحول الاثيل السائل الى كحول الاثيل الصلب والذي تكون فيه جزيئات كحول الاثيل اكثر انتظاماً
لذا فأن التغير في الانتروبي اصغر من الصفر $0 > \Delta S$ يعني - = ΔS

2- تحول البروم السائل الى بخار البروم يزيد من عشوائية الجزيئات
لذا فالتغير في الانتروبي اكبرمن الصفر $\Delta S > 0$ يعني + = ΔS

3- ذوبان الكلوكوز في الماء يؤدي الى انتشار جزيئات الكلوكوز الصلب في الماء مما يؤدي الى زيادة العشوائية
لذا التغير في الانتروبي اكبر من الصفر $\Delta S > 0$ يعني + = ΔS

4- يقلل تبريد غاز النتروجين من $80C^\circ$ الى $20C^\circ$ من عشوائية النظام
مما يؤدي الى نقصان في الانتروبي $0 > \Delta S$ يعني - = ΔS

تمرين 1-10 :- كيف يتغير انتروبي النظام للعمليات الاتية :-

1- تكثف بخار الماء
2- تكون بلورات السكر من محلوله فوق المشبع
3- تسخين غاز H_2 من $20C^{\circ}$ الى $80C^{\circ}$
4- تسامي اليود الصلب

الحـــــــل :-

1- تحول بخار الماء الى سائل (تكثيف) يقلل من عشوائية النظام
أي نقصان في الانتروبي $\Delta S < 0$ يعني $\Delta S = -$

2- تكون من بلورات السكر من محلوله فوق المشبع يقلل من عشوائية النظام
أي نقصان في الانتروبي $\Delta S < 0$ يعني $\Delta S = -$

3- يزيد تسخين غاز H_2 من $20C^{\circ}$ الى $80C^{\circ}$ من عشوائية النظام
أي زيادة في الانتروبي $\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$

4- تسامي اليود الصلب أي تحوله من الطور الصلب الى الطور الغازي يزيد من عشوائية النظام
أي زيادة في الانتروبي $\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$

السؤال 1-31 :- كيف يتغير انتروبي النظام (يزداد ام يقل) في كل مما يأتي من العمليات ؟

1- ذوبان مادة صلبة في المذيب
ج :- تنتشر جزيئات المادة الصلبة في المذيب مما يؤدي الى زيادة العشوائية أي يزداد انتروبي هذا النظام

2- تجمد سائل
ج :- أي التحول من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة فيزداد الانتظام أي يقل انتروبي النظام

3- تحول بخار الى صلب
ج :- تحول البخار الى صلب أي زيادة في الانتظام أي يقل الانتروبي

4- تكثف بخار الى سائل
ج :- أي التحول من الحالة الغازية الى الحالة السائلة أي يزداد الانتظام أي يقل انتروبي النظام

5- تسامي مادة صلبة
ج :- أي التحول من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة أي زيادة العشوائية أي زيادة الانتروبي

6- ذوبان اليوريا في الماء
ج :- تنتشر جزيئات اليوريا الصلبة في الماء فتزداد عشوائية النظام أي زيادة في الانتروبي



لن تستطيع ان تشعر بمأساة غيرك
الا اذا اصبحت مكانه 00

حساب الانتروبي القياسية للتفاعلات الكيميائية

يحسب انتروبي التفاعل القياسي من القانون $\Delta S_r^\circ = \Sigma\, n\, S^\circ\, (Products) - \Sigma\, n\, S^\circ\, (Rectants)$

حيث ان :-

Σ :- تعني مجموع ، **n :-** تعني عدد المولات ، **Products :-** تعني نواتج ، **Rectants :-** تعني متفاعلات

S° :- تعني الانتروبي المطلقة للعناصر والمركبات ، **ΔS_r° :-** التغير في انتروبي التفاعل القياسية

فأذا كان لديك التفاعل الاتي :-

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

حيث يمكن حساب ΔS_r° لهذا التفاعل بأستخدام العلاقة الاتية :-

$$\Delta Sr^\circ = [\, c\, S^\circ (C) + d\, S^\circ (D)\,] - [\, a\, S^\circ (A) + b\, S^\circ (B)\,]$$

لأيجاد الحلول يجب الانتباه الى مايأتي :-

1- في هذه الطريقة يشترط وجود معادلة التفاعل
2- انتبه ان قيمة S° قيمة تعطى في السؤال وليست صفر
3- المجهول يكون اما ΔSr° وهنا تكون قيم S° معلومة لجميع مواد التفاعل – او احياناً يطلب S° لأحد المواد المتفاعلة او الناتجة وفي هذه الحالة سوف يعطي ΔSr° وتطبق القانون وتجد S° للمادة المطلوبة
4- ان وحدة الناتج النهائي دائماً تكون (J/K.mol) سواء كان الناتج ΔSr° او S° لأحد مواد التفاعل

مثال 1-10 :- احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r° للتفاعل الاتي عند $25C^\circ$ وضغط 1 atm

$$2CO_{(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)}$$

اذا علمت ان

$S^\circ(CO) = 198$ J/K.mol , $S^\circ(CO_2) = 214$ J/K.mol , $S^\circ(O_2) = 205$ J/K.mol

الحـــــــل :-

$$2CO_{(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)}$$
198   205   214

$$\Delta S_r^\circ = \Sigma\, n\, S^\circ\, (Products) - \Sigma\, n\, S^\circ\, (Rectants)$$
$$\Delta S_r^\circ = [\, 2\, S^\circ\, (CO_2)\,] - [\, 2\, S^\circ(CO) + S^\circ(O_2)\,]$$
$$\Delta S_r^\circ = [\, 2 \times 214\,] - [\, 2\times(198) + 205\,]$$
$$\Delta S_r^\circ = -\,173 \text{ J/K.mol}$$

تمرين 1-11 :- احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r° للتفاعل الاتي عند $25C^\circ$ وضغط 1 atm

$$4Fe_{(S)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3\,(S)}$$

اذا علمت ان :-

$S^\circ(Fe_2O_{3\,(S)}) = 87$ J/K.mol , $S^\circ(O2_{(g)}) = 205$ J/K.mol , $S^\circ(Fe_{(s)}) = 27$ J/K.mol

الحـــــــل :-

$$4Fe_{(S)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3\,(S)}$$
27   205   87

$$\Delta S_r^\circ = \Sigma\, n\, S^\circ\, (Products) - \Sigma\, n\, S^\circ\, (Rectants)$$
$$\Delta S_r^\circ = [\, 2\, S^\circ\, (Fe_2O_{3\,(S)})\,] - [\, 4\, S^\circ(Fe_{(s)}) + 3\, S^\circ(O_{2\,(g)})\,]$$
$$\Delta S_r^\circ = [\, 2 \times 87\,] - [(\, 4 \times 27) + (\, 3 \times 205)\,]$$
$$\Delta S_r^\circ = -\,549 \text{ J/K.mol}$$

السؤال 1-27 :- احسب ΔS_r° للتفاعل الاتي عند $25C^\circ$ وضغط 1 atm

$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \longrightarrow 2NH_{3\,(g)}$

اذا علمت ان :-

$S^\circ (N_{2\,(g)}) = 192\ J/K.mol$, $S^\circ (H_{2\,(g)}) = 131\ J/K.mol$, $S^\circ (NH_{3\,(g)}) = 193\ J/K.mol$

الحل :-

$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \longrightarrow 2NH_{3\,(g)}$

192 131 193

$\Delta S_r^\circ = \Sigma n S^\circ (Products) - \Sigma n S^\circ (Rectants)$

$\Delta S_r^\circ = \{ 2 \times S^\circ (NH_3) \} - \{ S^\circ (N_2) + 3\times S^\circ (H_2)\}$

$\Delta S_r^\circ = \{ 2 \times 193 \} - \{ 192 + (3\times131) \}$

$\Delta S_r^\circ = \{ 386 \} - \{ 585 \}$

$\Delta S_r^\circ = -199\ J/K.mol$

السؤال 1-32 :- احسب ΔS_r° للتفاعل التالي عند درجة حرارة $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm

$SiH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow SiO_{2\,(S)} + 2H_2O_{(L)}$

اذا اعطيت لك المعلومات الاتية :-

$S^\circ (SiH_4) = 206\ J/K.mol$, $S^\circ (O_2) = 205\ J/K.mol$

$S^\circ (SiO_2) = 42\ J/K.mol$, $S^\circ (H_2O) = 70\ J/K.mol$

الحل :-

$SiH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow SiO_{2\,(S)} + 2H_2O_{(L)}$

206 205 42 70

$\Delta S_r^\circ = \Sigma n S^\circ (Products) - \Sigma n S^\circ (Rectants)$

$\Delta S_r^\circ = \{ S^\circ (SiO_2) + 2\times S^\circ (H_2O) \} - \{ S^\circ (SiH_4) + 2\times S^\circ (O_2) \}$

$\Delta S_r^\circ = \{ 42 + (2\times70) \} - \{ 206 + (2\times 205) \}$

$\Delta S_r^\circ = -434\ J/K.mol$

السؤال 1-33 :- اذا علمت ان ΔS_r° للتفاعل التالي تساوي **137 J/K.mol** عند درجة حرارة $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm وان قيمة S° للاوكسجين (O_2) تساوي **205 J/K.mol** فما هي قيمة S° للاوزون (O_3)

$2O_{3\,(g)} \longrightarrow 3O_{2\,(g)}$

الحل :-

$2O_{3\,(g)} \longrightarrow 3O_{2\,(g)}$ $\Delta Sr^\circ = 137$

$S^\circ = ?$ 205

$\Delta S_r^\circ = \Sigma n S^\circ (Products) - \Sigma n S^\circ (Rectants)$

$\Delta S_r^\circ = \{ 3\times S^\circ (O_2) \} - \{ 2 \times S^\circ (O_3) \}$

$137\ J/K.mol = \{ 3\times205 \} - \{ 2\times S^\circ (O_3) \}$

$$S^\circ (O_3) = \frac{(615-137) J/K.mol}{2} = \frac{478\ J/K.mol}{2}$$

$S^\circ (O_3) = 239\ J/K.mol$

طاقة كبس الحرة

وجد العالم كبس علاقة تربط بين الانثالبي والانتروبي وقد سميت هذه العلاقة بأسمة (طاقة كبس الحرة) وتتيح لنا هذه العلاقة التنبوء بتلقائية التفاعل وبشكل ابسط من الاعتماد على الانثالبي او الانتروبي كل على انفراد

- طاقة كبس الحرة :- يرمز لها بالرمز G وهي دالة حالة ثرموديناميكية تنتج لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية والكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانثالبي والانتروبي
- **يعرف التغير في طاقة كبس الحرة** ΔG بعلاقة كبس الاتية :- (بثبوت درجة الحرارة والضغط)

$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$

- **تدل اشارة طاقة كبس على الاتي :- (مهم)**

1- ΔG قيمة سالبة ($\Delta G < 0$) يعني ان التفاعل او التغير الفيزيائي يجري بشكل تلقائي
2- ΔG قيمة موجبة ($\Delta G > 0$) يعني ان التفاعل او التغير الفيزيائي يجري بشكل غير تلقائي
3- ΔG صفر ($\Delta G = 0$) يعني ان التفاعل او التغير الفيزيائي في حالة اتزان

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل :- يرمزلها ΔG_r° وهي تمثل التغير في قيمة الطاقة الحرة للتفاعل عندما يجري يجري التفاعل تحت الظروف القياسية $25C^\circ$ وضغط 1 atm

تعريف مهم

طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية (ΔG_f°) :- ويرمزلها بالرمز ΔG_f° وهي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الاساسية بأثبت صورة في الظروف القياسية $25C^\circ$ وضغط 1 atm

& يمكن ايجاد ΔG_r° من خلال العلاقة الاتية وبصورة مباشرة :-

$$\Delta G_r^\circ = \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\ (Products)\ -\ \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\ (Reactants)$$

Σ : تعني مجموع ، n : تعني عدد المولات ، Products : تعني نواتج ، Reactants : تعني متفاعلات

ΔG_r°: تعني التغير بطاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل ΔG_f°: تعني التغير بطاقة كبس الحرة للتكوين القياسية

فأذا كان لدينا التفاعل الاتي :-

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

فأن ΔG_r° لهذا التفاعل يكون كالأتي :-

$$\Delta G_r^\circ = [\, c\,\Delta G_f^\circ (C) + d\,\Delta G_f^\circ (D)\,] - [\, a\,\Delta G_f^\circ (A) + b\,\Delta G_f^\circ (B)\,]$$

لأيجاد الحلول بهذه الطريقة يجب الانتباه الى مايأتي :-

4- في هذه الطريقة يشترط وجود معادلة التفاعل اما تعطى او انت تكتبها
5- أن ΔG_f° لأي عنصر بأثبت صورة = صفر
6- ان الوحدة *KJ/mol*
7- ان كانت اشارة ΔG_r° = - فالتفاعل يجري بشكل تلقائي
اذا كانت اشارة ΔG_r° = + فالتفاعل يجري بشكل لاتلقائي

*ليس كل سقوط **نهاية** 000*
*فسقوط المطر اجمل **بداية** 0*

مثال 1-11 :- احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25C^\circ$ وضغط 1 atm وبين هل ان التفاعل يجري تلقائياً ام لا عند هذه الظروف ؟ ***(وزاري 2013 الدور التمهيدي)***

$$2C_6H_{6\,(L)} + 15O_{2\,(g)} \longrightarrow 12CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{\,(L)}$$

أذا علمت ان :-

$\Delta G_f^\circ\,(C_6H_{6\,(L)}) = 173 \quad KJ/mol$
$\Delta G_f^\circ\,(CO_{2\,(g)}) = -394 \quad KJ/mol$
$\Delta G_f^\circ\,(H_2O_{\,(L)}) = -237 \quad KJ/mol$

الحـــل :-

$$2C_6H_{6\,(L)} + 15O_{2\,(g)} \longrightarrow 12CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{\,(L)}$$
173   0   -394   -237

$\Delta G_r^\circ = \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\,(Reactants)$

$\Delta G_r^\circ = [\,12\,\Delta G_f^\circ\,(CO_{2\,(g)}) + 6\,\Delta G_f^\circ\,(H_2O_{\,(L)})\,] - [\,2\Delta G_f^\circ\,(C_6H_{6\,(L)}) + 15\,\Delta G_f^\circ\,(O_{2\,(g)})\,]$

$\Delta G_r^\circ = [\,12 \times (-394) + 6 \times (-237)\,] - [\,2 \times (173) + 15 \times (0)\,]$

$\Delta G_r^\circ = -6496\ KJ/mol$

وبما ان قيمة ΔG_r° سالبة اذن التفاعل يجري بشكل تلقائي

تمرين 1-12 **:-** جد طاقة كبس الحرة القياسية (ΔG_r°) للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25C^\circ$ وضغط 1 atm وبين هل ان التفاعل يجري تلقائياً ام لا عند هذه الظروف ؟

$$2NO_{\,(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2NO_{2\,(g)}$$

اذا علمت ان :-

$\Delta G_f^\circ\,(NO_{\,(g)}) = 87 \quad KJ/mol$
$\Delta G_f^\circ\,(NO_{2\,(g)}) = 52 \quad KJ/mol$

الحـــل :-

$$2NO_{\,(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2NO_{2\,(g)}$$
87   0   52

$\Delta G_r^\circ = \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\,(Reactants)$

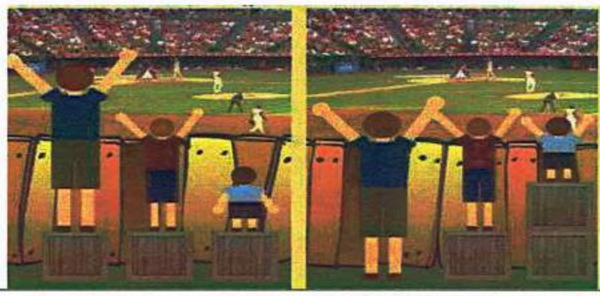
$\Delta G_r^\circ = [2\,\Delta G_f^\circ\,(NO_{2\,(g)})\,] - [\,2\,\Delta G_f^\circ\,(NO_{\,(g)}) + \Delta G_f^\circ\,(O_{2\,(g)})\,]$

$\Delta G_r^\circ = [\,2 \times (52)\,] - [\,2 \times (87) + 0\,]$

$\Delta G_r^\circ = -70\ KJ/mol$

وبما ان قيمة ΔG_r° سالبة اذن التفاعل يجري بشكل تلقائي

كيف تميز بين العدل والمساواة



هذا عدل   هذه مساواة

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\,\Delta S_r^\circ$$

- تستخدم علاقة كبس هذه اذا تم حساب ΔH_r° و ΔS_r° عند الظروف القياسية $25C^\circ$ وضغط 1 atm
- حيث ΔH_r° :- التغير في انثالبي التفاعل القياسية

والتي غالباً ماتعطى قيمتها جاهزة اما اذا لم تعطى جاهزة نستخرجها من :-

1- من خلال اعطاء ΔH_f° للعناصر والمركبات

2- من خلال (قانون هيس)

> **ارجو وان تركز وتفهم جميع مامكتوب من كلام وملاحظات فهي مهمة جداً وتساعدك على ايجاد الحلول لأي مسألة تخص الموضوع**

- وحيث ΔS_r° :- التغير في انتروبي التفاعل القياسية

1- غالباً ماتعطى قيمتها جاهزة

2- او نستخرجها من خلال اعطاء قيمة الانتروبي المطلقة للعناصر والمركبات

3- او احياناً يعطي او تستخرج ΔG , ΔH ومنها تستخرج ΔS من القانون $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

- وحيث T :- درجة الحرارة المطلقة $T(K) = t\,(C^\circ) + 273$ ودائماً ماتكون 298 K او يطلبها
- **ملاحظات مساعدة لأيجـــاد الحـــــلول عند استخدام هذا القانون :- (مهم جداً)**

1- ايجاد درجة الحرارة المطلقة $\{ T(K) = t\,(C^\circ) + 273 \}$

2- اذا لم تعطى قيم ΔHr° و ΔSr° تستخرجها حسب ماتعلمت – واذا جاهزة تطبق بشكل مباشر

3- الانتباه الانتباه الى توحيد الوحدات فأذا كانت ΔSr° بالجول تحول الى كيلو جول وحسب :-

$$\Delta S_r^\circ (KJ/K.mol) = \Delta S_r^\circ (J/K.mol) \times \frac{1\,(KJ)}{1000\,(J)}$$

4- تطبيق القانون $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\,\Delta S_r^\circ$

5- تحديد اشارة ΔGr°

فأذا كانت الاشارة (-) فالعملية تلقائية واذا كانت الاشارة (+) فالعملية لا تلقائية

مثال 12-1 :- للتفاعل الاتي :-

$$C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2CO_{2\,(g)} + 3H_2O_{(L)}$$

بالاستعانة بالمعلومات الاتية :-

المادة	ΔH_f° KJ/mol	S° J/K. mol
C_2H_5OH	- 278	161
O_2	0	205
CO_2	- 394	214
H_2O	- 286	70

احسب :- 1- ΔH_r° 2- ΔS_r° 3- ΔG_r°

الحــــــــــل :-

اولاً :- نجد قيمة ΔH_r° بأستخدام القانون ادناه

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$

$$\Delta H_r^\circ = \{ 2\,\Delta H_f^\circ\,(CO_2) + 3\,\Delta H_f^\circ\,(H_2O) \} - \{ \Delta H_f^\circ\,(C_2H_5OH) + 3\,\Delta H_f^\circ\,(O_2) \}$$

$$\Delta H_r^\circ = \{ 2 \times (-394) + 3 \times (-286) \} - \{ (-278) + 3 \times (0) \}$$

$$\Delta H_r^\circ = -1367\ KJ/mol$$

ثانياً :- نجد قيمة ΔS_r° بأستخدام القانون ادناه

$$\Delta S_r^\circ = \Sigma\, n\, S^\circ\ (Products)\ -\ \Sigma\, n\, S^\circ\ (Rectants)$$

$$\Delta S_r^\circ = \{ 2 \times S^\circ (CO_2) + 3 \times S^\circ (H_2O) \} - \{ S^\circ (C_2H_5OH) + 3\ S^\circ (O_2) \}$$

$$\Delta S_r^\circ = \{ (2 \times 214) + (3 \times 70) \} - \{ (161 + (3 \times 205) \}$$

$$\Delta S_r^\circ = -138\ J/K.mol$$

ثالثاً :- لاتنسى ان تقوم بتحويل وحدة ΔS_r° من J/K.mol الى KJ/K.mol

$$\Delta S_r^\circ = -138\ J/K.mol \times \frac{1\,(KJ)}{1000(J)} = -0.138\ KJ/K.mol$$

رابعاً :- نجد قيمة T بأستخدام العلاقة ادناه :-

$$T\,(K) = t\,(C^\circ) + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

خامساً :- بعد ان تهيأت جميع المتغيرات نطبق القانون :-

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\,\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -1367\ KJ/mol - (298K \times -0.138\ KJ/K.mol)$$

$$\Delta Gr^\circ = -1367\ KJ/mol - (41.124\ KJ/mol)$$

$$\Delta G_r^\circ = -1325.867\ KJ/mol$$

وبما ان قيمة ΔG_r° سالبة اذن التفاعل يحدث بشكل تلقائي

تمرين 1-13 :- أحسب ΔG_r° للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm

$$C_5H_{12\,(L)} + 8O_{2\,(g)} \longrightarrow 5CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(L)}$$

حيث تم حساب ΔH_r° للتفاعل من قيم انثالبي التكوين القياسية وكانت تساوي $\Delta H_r^\circ = -3536\ KJ/mol$

وكذلك تم حساب ΔS_r° وكانت تساوي $\Delta S_r^\circ = 374\ J/K.mol$

الحـــــــــــــــــــــــل :-

اولاً :- نحول درجة الحرارة من السيليزي الى الكلفن

$$T\,(K) = t\,(C^\circ) + 273 = 25 + 273 = 298\ K$$

ثانياً :- نحول وحدة ΔS_r° من J/K.mol الى KJ/K.mol

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = J/K.mol \times \frac{1\,(KJ)}{1000(J)}$$

$$\Delta S_r^\circ(KJ/K.mol) = (374)J/K.mol \times \frac{1\,(KJ)}{1000(J)} = 0.374\ KJ/K.mol$$

ثالثاً :- نطبق علاقة كبس $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\,\Delta S_r^\circ$

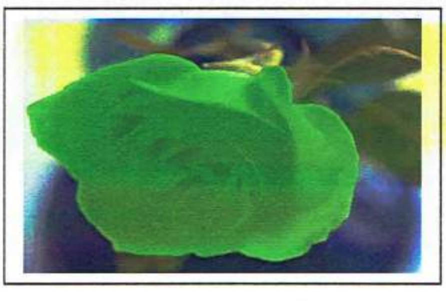
$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\,\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -3536\ KJ/mol - \{ 298\,\cancel{K} \times 0.374\ KJ/\cancel{K}.mol \}$$

$$\Delta G_r^\circ = -3536\ KJ/mol - \{ 111.452\ KJ/mol \}$$

$$\Delta G_r^\circ = -3647.45\ KJ/mol$$

التفاعل تلقائي لأن قيمة ΔG_r° سالبة



تمرين 1-14 :- اذا كان لدينا التفاعل الاتي :-

$$HCOOH_{(L)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$$

فاذا كانت قيمة ΔH_r° للتفاعل تساوي 16 KJ/mol
والتغير في الانتروبي ΔS_r° يساوي 234 J/K.mol
احسب قيمة التغير في الطاقة الحرة القياسية للتفاعل عند الظروف القياسية 25C° وضغط 1 atm
وبين هل ان التفاعل تلقائي أم لا ؟

الحـــــل :-

الحل يكون تماماً كما في التمرين السابق

$T(K) = t(C^\circ) + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

$\Delta S_r^\circ (KJ/K.mol) = J/K.mol \times \frac{1\ (KJ)}{1000 (J)}$

$\Delta S_r^\circ (KJ/K.mol) = (234)\ J/K.mol \times \frac{1\ (KJ)}{1000 (J)} = 0.234\ KJ/K.mol$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\,\Delta S_r^\circ$
$\Delta G_r^\circ = 16\ KJ/mol - \{298\ K \times 0.234\ KJ/K.mol\}$
$\Delta G_r^\circ = 16\ KJ/mol - \{69.732\ KJ/mol\}$
$\Delta G_r^\circ = -53.732\ KJ/mol$

التفاعل تلقائي لأن قيمة ΔG_r° سالبة

السؤال 1-37 :- من قيم ΔS , ΔH تنبأ بأي من التفاعلين يكون تلقائياً عند درجة حرارة 25C° وضغط 1 atm

التفاعل A :- $\Delta H = 11\ KJ/mol$, $\Delta S = 30\ J/K.mol$
التفاعل B :- $\Delta H = 2\ KJ/mol$, $\Delta S = 113\ J/K.mol$

الحـــــل :-

التفاعل A :- في هذا النوع من الاسئلة نطبق القانون $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$
لمعرفة تلقائية التفاعل من قيمة ΔG_r°
نبدأ بتهيئة المتغيرات
1- ايجاد قيمة T

$T(K) = t(C^\circ) + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

2- في هذا النوع يجب توحيد الوحدات وذلك بتحويل وحدة ΔS من الجول الى الكيلو جول

$\Delta S_r^\circ (KJ/K.mol) = 30\ (J/K.mol) \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = 0.03\ KJ/K.mol$

3- تطبيق القانون $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$

$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$
$\Delta G_r^\circ = 11\ KJ/mol - \{(298\ K) \times (0.03\ KJ/K.mol)\}$
$\Delta G_r^\circ = 11\ KJ/mol - \{8.94\ KJ/mol\}$
$\Delta G_r^\circ = 2.06\ KJ/mol$

التفاعل غير تلقائي لأن قيمة ΔG_r° موجبة

التفاعل B :- نفس طريقة الحل (بسيط جداً)

س31 من اسئلة الفصل (مضاف) :- للتفاعل الاتي :- $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

احسب قيمة ΔS_r° بوحدات J/K.mol علماً ان :-

$\Delta H_f^\circ (H_2O) = -242$ KJ/mol , $\Delta G_f^\circ (H_2O) = -228$ KJ/mol

الحــــــــل :-

اولاً :- نستخرج قيمة ΔHr°

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$
$$0 \quad\quad 0 \quad\quad\quad -242$$

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$
$$\Delta H_r^\circ = \{2 \times -242\} - \{(2 \times 0) + 0\}$$
$$\Delta H_r^\circ = -484 \text{ KJ/mol}$$

ثانياً :- نستخرج قيمة ΔGr°

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$
$$0 \quad\quad 0 \quad\quad\quad -228$$

$$\Delta G_r^\circ = \Sigma\, n\,\Delta G_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\,\Delta G_f^\circ\,(Reactants)$$
$$\Delta G_r^\circ = \{2 \times -228\} - \{(2 \times 0) + 0\}$$
$$\Delta G_r^\circ = -456 \text{ KJ/mol}$$

ثالثاً :- نستطيع الان استخراج قيمة ΔSr° عن طريق العلاقة :- $\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\,\Delta Sr^\circ$

حيث ان قيمة $T = 298$ K

$$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T\,\Delta Sr^\circ$$
$$-456 = -484 - \{298\,\Delta Sr^\circ\}$$
$$-456 + 484 = -\{298\,\Delta Sr^\circ\}$$
$$28 = -\{298\,\Delta Sr^\circ\}$$
$$\Delta Sr^\circ = \frac{28}{-298} = -0.094 \text{ KJ/mol}$$

وبما انه طلب في السؤال حساب ΔSr° بوحدات J/mol

اذا سنضرب الناتج في 1000 وسيكون الناتج :-

$$\Delta Sr^\circ = -94 \text{ J/K.mol}$$

س15 من اسئلة الفصل (مضاف) :- جد قيمة ΔGr° للتفاعل الاتي :- $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$

اذا اعطيت لك المعلومات الاتية :-

$\Delta H_f^\circ(CO) = -110.5$ KJ/mol , $\Delta H_f^\circ(CO_2) = -393.5$ KJ/mol

$S^\circ(O_2) = 205$ J/K.mol , $S^\circ(CO) = 198$ J/K.mol , $S^\circ(CO_2) = 214$ J/K.mol

الحــــــــل :-

اولاً :- نجد قيمة ΔHr° حيث ان قيم ΔH_f° والمعادلة متوفرة ايضاً

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$
$$-110.5 \quad\quad 0 \quad\quad\quad -393.5$$
$$\Delta H_r^\circ = \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Products) - \Sigma\, n\Delta H_f^\circ\,(Reactants)$$
$$\Delta H_r^\circ = \{2 \times \Delta H_f^\circ\, CO_2\} - \{(2 \times \Delta H_f^\circ\, CO) + \Delta H_f^\circ\, O_2\}$$
$$\Delta H_r^\circ = \{2 \times -393.5\} - \{(2 \times -110.5) + 0\}$$
$$\Delta H_r^\circ = \{-787\} - \{-221\}$$
$$\Delta Hr^\circ = -787 + 221$$
$$\Delta Hr^\circ = -566 \text{ KJ/mol}$$

ثانياً :- نجد قيمة ΔSr° حيث ان قيم S° متوفرة والمعادلة متوفرة ايضاً

$$\underset{198}{2CO} + \underset{205}{O_2} \longrightarrow \underset{214}{2CO_2}$$

$$\Delta S_r^{\circ} = \Sigma\, n\, S^{\circ}\,(Products) - \Sigma\, n\, S^{\circ}\,(Rectants)$$

$$\Delta S_r^{\circ} = \{ 2 \times S^{\circ} CO_2 \} - \{ (2 \times S^{\circ} CO) + S^{\circ} O_2 \}$$

$$\Delta Sr^{\circ} = \{ (2 \times 214) \} - \{ (2 \times 198) + 205 \}$$

$$\Delta Sr^{\circ} = \{ 428 \} - \{ (396) + 205 \}$$

$$\Delta Sr^{\circ} = 428 - 601$$

$$\Delta Sr^{\circ} = -173$$

والان سوف نقوم بتحويل قيمة ΔSr° من J/K.mol الى KJ/K.mol ذلك لتوحيد الوحدات

$$\Delta S_r^{\circ}\,(KJ/K.mol) = J/K.mol \times \frac{1\,(KJ)}{1000(J)}$$

$$\Delta S_r^{\circ}\,(KJ/K.mol) = (-173)\,J/K.mol \times \frac{1\,(KJ)}{1000(J)}$$

$$\Delta S_r^{\circ} = -0.173\ KJ/mol$$

ثالثاً :- بعد ان توفرت قيمة ΔHr° وقيمة ΔSr° وان قيمة T= 298 K
نستطيع استخراج قيمة ΔGr° من العلاقة الاتية :-

$$\Delta Gr^{\circ} = \Delta Hr^{\circ} - T\,\Delta Sr^{\circ}$$

$$\Delta Gr^{\circ} = (-566) - \{ 298 \times -0.173 \}$$

$$\Delta Gr^{\circ} = (-566) - (-51.554)$$

$$\Delta Gr^{\circ} = -566 + 51.6$$

$$\Delta Gr^{\circ} = -514.446 \approx -514.4\ KJ/mol$$

السؤال 24 والسؤال 36 في صفحة 49 وصفحة 50
اما السؤال 37 فهو سؤال مكرر كثيرا (واجب)

سؤال :- هل شربت شاي دون أن تحرك السكر بداخله؟
ان حياتك كهذا الكوب!
ستكون مره مالم تحرك إبداعاتك وتستغل طاقاتك .
ثم ستتذوق حلاوة عملك ونجاحك بعد ذلك

رحلة التفوق

تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية

(موضوع مهم جداً جداً في الامتحانات الوزارية)

نستطيع التعرف على تلقائية او عدم تلقائية التفاعل من خلال علاقة كبس

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

ΔG = قيمة سالبة (-)   فالتفاعل تلقائي

ΔG = قيمة موجبة (+)   فالتفاعل لاتلقائي

ΔG = (صفر)   التفاعل متوازن

نلاحظ من **خلال المعادلة ان** هناك عاملين مؤثرين في تحديد قيمة ΔG وهما

1- **التغير بالانثالبي ΔH**

2- **التغير بالانتروبي ΔS**

الجدول الاتي **يوضح بشكل مختصر تلقائية** من عدم تقائية التفاعل من خلال معرفة قيم الانثالبي والانتروبي

ΔH	ΔS	ΔG
+	+	**يجري التفاعل تلقائياً (ΔG = -) عند درجات الحرارة العالية (T عالية)** **يجري التفاعل بشكل لاتلقائي(ΔG = +) عند درجات الحرارة المنخفضة (T واطئة)**
-	-	**يجري التفاعل تلقائياً (ΔG = -) عند درجات الحرارة المنخفضة (T واطئة)** **يجري التفاعل بشكل لاتلقائي (ΔG = +) عند درجات الحرارة المرتفعة (T عالية)**
-	+	**ΔG دائماً سالبة أي التفاعل تلقائي عند جميع درجات الحرارة**
+	-	**ΔG دائماً موجبة أي يكون التفاعل غير تلقائي عند جميع درجات الحرارة**

ملاحظات مهمة :-

1- لايوجد تأثير لدرجة الحرارة اذا كانت اشارة ΔS , ΔH مختلفة وان اشارة ΔG تأخذ اشارة ΔH دائماً

2- اذا كانت اشارة ΔS , ΔH متشابهة 0 **هنا يجب تحديد قيمة T أي هل** هناك ارتفاع او انخفاض بالحرارة

3- بعد ان تحدد اشارة ΔS , ΔH تطبق العلاقة $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ لتحديد تلقائية التفاعل من عدمها

اهم الحالات التي تحدد ΔH (اجوبة جاهزة)

الانصهار : ΔH = + العملية ماصة للحرارة

التبخـــر : ΔH = + العملية ماصة للحرارة

التكثيـــف : ΔH = - العملية باعثة للحرارة

الانجمـــاد : ΔH = - العملية باعثة للحرارة

التسامـــي : ΔH = + العملية ماصة للحرارة

التصلـــب : ΔH = - العملية باعثة للحرارة

وايضـــاً

ΔH = + أذا ذكر في السؤال امتصاص حرارة

ΔH = - أذا ذكر في السؤال انبعاث حرارة

ΔH = + أذا ذكر في السؤال انخفاض حرارة محلول

ΔH = - أذا ذكر في السؤال أرتفاع حرارة المحلول

ΔH = + أذا كانت الطاقة Energy كلمة او رقم بطرف المتفاعلات

ΔH = - أذا كانت الطاقة Energy كلمة او رقم بطرف النواتج

ملاحظة مهمة :-

ΔH = + العملية ماصة للحرارة

عندما يذكر في السؤال عملية تحلل او تفكك او تجزأ مادة معينة مثل تحلل الماء او تفكك كاربونات الكالسيوم او -------

اهم الحالات التي تحدد ΔS (اجوبة جاهزة)

الانصهار ΔS = + **(زيادة العشوائية)** تحول من صلب الى سائل

التبخـــر ΔS = + **(زيادة العشوائية)** تحول من سائل الى غاز

التكثيـــف ΔS = - **(نقصان العشوائية) تحول من** غاز الى سائل

الانجمـــاد ΔS = - **(نقصان العشوائية) تحول من** سائل الى صلب

التسامـــي ΔS = + **(زيادة العشوائية) تحول من** صلب الى غاز

التصلـــب ΔS = - **(نقصان العشوائية) تحول من** غاز الى صلب

وايضـــاً

ΔS = + (زيادة العشوائية) ذوبان **صلب في سائل**

ΔS = - (نقصان العشوائية) ذوبان **غاز في سائل**

ΔS = - زيادة الضغط المسلط في اناء **مغلق بثبوت درجة الحرارة**

ΔS = + خفض الضغط المسلط في اناء **مغلق بثبوت درجة الحرارة**

مهم جداً:- عندما يعطي معادلة فأننا **نجد ΔS من المعادلة** كما في :

$CaCO3_{(S)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$

ΔS = + زيادة في العشوائية

$H_2O_{(L)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$

ΔS = + زيادة في العشوائية

$NH_{3(g)} + HCL_{(g)} \longrightarrow NH_4CL_{(S)}$

ΔS = - نقصان في العشوائية

السؤال 1-38 (مهم جداً وزاري) :- علل مايأتي على ضوء علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية ؟ (وزاري 2013 الدور ثاني)

الجواب :-

- = ΔG كنتيجة نهائية وذلك لأنه ذكر في السؤال العملية تلقائية

+ = ΔH وذلك لأن عملية الانصهار تحتاج الى امتصاص حرارة

+ = ΔS وذلك لأن النظام تحول من حالة الانتظام(صلب) الى حالة اللانتظام (سائل)

T عالية :- وذلك لأن عملية الانصهار تحتاج الى ارتفاع بدرجة الحرارة

اذن سوف يصبح المقدار $T\Delta S$ اكبر من ΔH فأصبحت - = ΔG

- + (−) +
ΔG = ΔH − TΔS

يذوب غاز ثاني اوكسيد الكبريت في الماء تلقائياً ويبعث حرارة اثناء عملية ذوبانه؟ (وزاري 2013 الدور الثالث)

الجواب :-

- = ΔG كنتيجة نهائية وذلك لأنه ذكر في السؤال العملية تلقائية

- = ΔH لأنه ذكر في السؤال ان العملية باعثة للحرارة

- = ΔS نقصان العشوائية

لأن ثاني اوكسيد الكبريت (غاز) وقد ذاب في الماء (سائل)

- - (+) -
ΔG = ΔH − TΔS

وحتى تكون (- = ΔG) اذن يجب ان يكون المقدار ΔH اكبر من $T\Delta S$

تفكك اوكسيد الزئبق (II) يكون تلقائي دائماً عند درجات الحرارة العالية

الحل :-

- = ΔG العملية تلقائية

+ = ΔH العملية ماصة للحرارة

+ = ΔS زيادة في العشوائية

وبما ان درجات الحرارة عالية اذن سيكون المقدار $T\Delta S$ اكبر من ΔH

- + (−) +
ΔG = ΔH − TΔS

$$2HgO_{(S)} \xrightarrow{\Delta} 2Hg_{(L)} + O_{2\,(g)}$$

ملاحظة مهمة جداً جداً جداً :-

عندما يذكر ان العملية غير تلقائية او يذكر مفردات تدل على ذلك مثل (لايتحلل ، لايتفكك ، لايتم ، -----)

في هذه الحالة يجب ان تتبع الخطوات الاتية :-

اولاً :- (+ = ΔG) العملية غير تلقائية وتكون كنتيجة نهائية

ثانياً:- نفترض ان العملية تلقائية (نحذف النفي) وذلك لأستخراج اشارات الـ ($\Delta H, \Delta S$) وكما تعلمت في ما سبق

ثالثاً:- تثبت ان العملية غير تلقائية بتطبيق العلاقة :- $\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$

ويكون اثبات عدم التلقائية عن طريق ارتفاع او انخفاض درجات الحرارة T والتي ستحصل عليها من منطوق السؤال

اثنان لا يفترقان :-

بر الوالدين والنجاح

ومن التطبيقات على الملاحظة السابقة الاسئلة المنهجية والوزارية الاتية :-

لايتم انجماد الماء تلقائياً في درجات الحرارة الاعتيادية ؟ 1996 الدور الاول
او عملية انجماد الماء غير تلقائية في درجات الحرارة الاعتيادية ؟ وزاري 2014 الدور الاول

الحل :-

$\Delta G = +$ العملية غير تلقائية

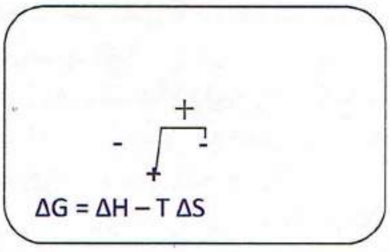
والان سأفترض ان عملية الانجماد تتم لأستخراج اشارات ΔH , ΔS

$\Delta H = -$ العملية باعثة للحرارة

$\Delta S = -$ نقصان في العشوائية (تحول من سائل الى صلب)

والان من منطوق السؤال يتضح ان درجات الحرارة الاعتيادية تعتبر عالية لأن الماء ينجمد بالصفر المئوي وسنثبت ان العملية غير تلقائية عن طريق تطبيق العلاقة $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

حيث ان المقدار $T\Delta S$ يكون اكبر من ΔH



لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية ؟ (وزاري 2013 الدور الاول) وايضاً ورد 1998 دور اول

الجواب :-

$\Delta G = +$ العملية غير تلقائية - وذلك لأنه ذكر في السؤال عملية التحلل لن تتم

والان سنفترض ان العملية تلقائية (اي تتم) لاستخراج اشارة ΔH , ΔS

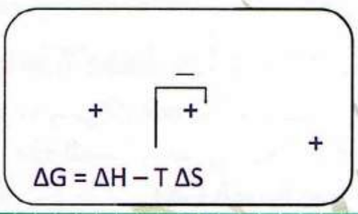
$$H_2O_{(L)} \xrightarrow{\Delta} H_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2\,(g)}$$

$\Delta H = +$ حيث ان عملية التحلل سوف تحتاج الى متصاص حرارة

$\Delta S = +$ زيادة في العشوائية

والان يتضح من السؤال ان درجات الحرارة الاعتيادية تعتبر واطئة جداً لأن عملية تحلل الماء تحتاج امتصاص حرارة عالية جداً

حيث ان المقدار $T\Delta S$ يكون اصغر من ΔH



س من س38 :- لاتتفكك كاربونات الكالسيوم في درجات الحرارة الاعتيادية ؟

الحل :-

$\Delta G = +$ العملية غير تلقائية لأنه ذكر في السؤال ان كاربونات الكالسيوم لاتتفكك

والان سنفترض ان العملية تلقائية (اي ان كاربونات الكالسيوم تتفكك) لاستخراج اشارة ΔH , ΔS

$$CaCO_{3\,(S)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(S)} + CO_{2\,(g)}$$

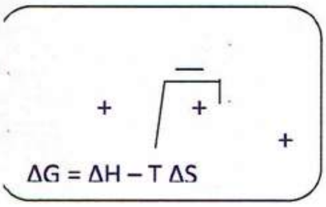
$\Delta H = +$ العملية تحتاج الى امتصاص حرارة عالية

$\Delta S = +$ زيادة في العشوائية

ومن خلال صيغة السؤال يتضح ان درجات الحرارة الاعتيادية تعتبر واطئة

حيث ان تفكك الكاربونات يحتاج الى حرارة عالية

حيث بعد تطبيق العلاقة $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ سيكون المقدار $T\Delta S$ اصغر من ΔH



اسئلة اثرائية وزارية (على تطبيقات علاقة كبس)

تكون الندى عملية تلقائية في ساعات الصباح الباكر ؟

- $\Delta G = -$ العملية تلقائية
- $\Delta H = -$ العملية باعثة للحرارة
- $\Delta S = -$ نقصان في العشوائية (تحول من غاز الى سائل)

لأن T واطئة في ساعات الصباح الباكر سيكون المقدار $T\Delta S$ اصغر من ΔH وتكون $\Delta G = -$

ضهور الضباب عملية تلقائية ؟

- $\Delta G = -$ العملية تلقائية
- $\Delta H = +$ العملية ماصة للحرارة
- $\Delta S = +$ زيادة في العشوائية (تحول من سائل الى غاز)

وبما ان T عالية سيكون المقدار $T\Delta S$ اكبر من ΔH وتكون قيمة $\Delta G = -$

سؤال وزاري 95 الدور الثاني :- ماذا تتوقع ان تكون اشارة كل من ΔG , ΔH , ΔS لعملية الذوبان الطبيعية لكلوريد الصوديوم بالماء المصحوبة بأنخفاض درجة حرارة المحلول ؟

الحل :-

- $\Delta G = -$ لأن عملية الذوبان تلقائية (العملية طبيعية)
- $\Delta H = +$ لأن عملية الذوبان مصحوبة بأنخفاض درجة حرارة المحلول
- $\Delta S = +$ لأن ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء يصاحبه زيادة في الانتروبي (من الانتظام الى اللانتظام)

تساقط الثلوج في كردستان العراق شتاءً عملية تلقائية ؟

سؤال وزاري 94 تمهيدي و 95 الدور الاول :- تحول الماء من سائل الى بخار عملية تلقائية

او :- تبخر مياه الانهار في جنوب العراق صيفاً عملية تلقائية ؟

واجب :- عدم سقوط الامطار في جنوب العراق صيفاً ؟

سؤال وزاري 90 الدور الاول :- التفاعل التالي باعث للحرارة :-

$$NH_{3(g)} + HCL_{(g)} \rightleftharpoons NH_4CL_{(S)}$$

بين في ضوء علاقة كبس متى يكون التفاعل تلقائياً ؟ وهل لتغير درجة الحرارة تأثير في تلقائية التفاعل ؟

(صيغة اخرى للسؤال) :- تفاعل الامونيا مع غاز HCL الباعث للحرارة تلقائية في درجة حرارة الغرفة ؟

سؤال وزاري 93 الدور التمهيدي :- عندما يتحول التفاعل من تلقائي الى لاتلقائي برفع درجة الحرارة(التسخين) ماذا تتوقع ان تكون اشارة ΔH , ΔS

سؤال وزاري 1990 الدور الاول و 1994 الدور التمهيدي :- يتفاعل فلز الكالسيوم (او الصوديوم) مع الماء تلقائياً ويتكون محلول هيدروكسيد الكالسيوم (او الصوديوم) مع انبعاث حرارة ؟

سؤال وزاري 1992 الدور التمهيدي:- متى يصبح التفاعل الماص للحرارة تلقائياً؟ وضح ذلك بضوء علاقة كبس

ملاحظة مهمة :- دائماً عندما يطلب حساب (T) فأنك تتبع مايأتي

1- تفرض ان $\Delta G = 0$

2- تحول قيمة ΔS من الـ J/K.mol الى KJ/K.mol يعني تقسم القيمة على 1000

3- تنقل ΔH الى طرف اليسار وتغير الاشارة

4- تجد قيمة T حيث تساوي البعيد (ΔH) على القريب (ΔS)

5- تعيد تطبيق علاقة $\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$ لتعرف هل ان التفاعل يحتاج الى رفع او خفض درجة الحرارة

السؤال 1-36 :- جد درجة الحرارة التي ستصبح عندها التفاعلات التالية تلقائية اذاعلمت ان قيم ΔH و ΔS لها

التفاعل A :- $\Delta H = +126\ KJ/mol$ و $\Delta S = +48\ J/K.mol$

التفاعل B :- $\Delta H = -12\ KJ/mol$ و $\Delta S = -105\ J/K.mol$

الحل :-

التفاعل A

$$\Delta S_r\ (KJ/K.mol) = \Delta S_r\ (J/K.mol) \times \frac{1\ KJ}{1000\ J}$$

$$\Delta S_r\ (KJ/K.mol) = +48\ (J/K.mol) \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = (+0.048\ KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r = \Delta H_r - T\,\Delta S_r$$

اولاً :- نفرض $\Delta G = 0$

$$0 = (+126) - \{ T \times (+0.048) \}$$

ثانياً :- ننقل قيمة ΔH الى الطرف الاخر

$$-126 = -\{ T \times +0.048 \}$$

ثالثاً :- نستخرج T حيث انها تساوي = البعيد ΔH على القريب ΔS

$$T\ (K) = \frac{-126\ KJ/mol}{-0.048 KJ/K.mol} = 2625\ K$$

ان قيمة T تم استخراجها عندما $\Delta G = 0$ اي التفاعل بحالة اتزان
اذن :- يجب تسخين التفاعل لأكثر من 2625 K ليجري تلقائياً

التفاعل B يتبع سؤال 36

$$\Delta S_r\ (KJ/K.mol) = \Delta S_r\ (J/K.mol) \times \frac{1\ KJ}{1000\ J}$$

$$\Delta S_r\ (KJ/K.mol) = -105\ (J/K.mol) \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = (-0.105\ KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r = \Delta H_r - T\,\Delta S_r$$

اولاً :- نفرض $\Delta G = 0$

$$0 = (-12) - \{ T \times (-0.105) \}$$

ثانياً :- ننقل قيمة ΔH الى الطرف الاخر

$$+12 = -\{ T \times (-0.105) \}$$

ثالثاً :- نستخرج T حيث انها تساوي = البعيد ΔH على القريب ΔS

$$T\ (K) = \frac{12\ KJ/mol}{0.105 KJ/K.mol} = 114.3\ K$$

ان قيمة T تم استخراجها عندما ΔG = 0 اي التفاعل بحالة اتزان

اذن :- يجب تبريد التفاعل الى اقل من درجة حرارة 114.3 K وقيمة C° تكون

$$T\ (C^{\circ}) = 114.3 - 273 = -158.7\ C^{\circ}$$

س24 من اسئلة الفصل الاول :- تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية :-

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

وان قيمة ΔSr° للتفاعل تساوي 160 J/K.mol

فأذا علمت ان ان قيم ΔHf° لكل من (CaCO3 , CaO , CO2) هي على التوالي بوحدات KJ/mol

(393.5 - , 635 - , 1207 -) جد مايأتي :-

أ - جد قيمة ΔHr° للتفاعل ب- جد قيمة ΔGr° للتفاعل ج- درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعل تلقائي

الحـــــــــــــــل :-

حل فرع أ

قيم ΔHf والمعادلة متوفرة – اذن **تطبق مباشر**

$\Delta Hr = \sum n\ \Delta H_f\ (P) - \sum n\ \Delta H_f\ (R)$

$\Delta Hr = \{(-393.5) + (-635\} - \{-1207\}$

$\Delta Hr = \{-1028.5\} - \{-1207\}$

$\Delta Hr = 178.5\ KJ/mol$

حل فرع ب

بما انك حصلت على قيمة ΔHr وان قيمة ΔSr متوفرة مع تحويلها للكيلو جول – **وتطبق** بشكل مباشر $\Delta G = \Delta Hr - T\Delta Sr$

$\Delta Sr = 160\ J/K.mol \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = 0.16\ KJ/K.mol$

$\Delta Gr = \Delta Hr - T\ \Delta S = (178.5) - \{298 \times 0.16\}$

$\Delta Gr = 178.5 - 47.68 = 130.82\ KJ/mol$

حل فرع ج :- سوف نفترض ان قيمة ΔG = 0 وان قيمة **T مجهولة ويجب** استخراجها من العلاقة :-

$\Delta Gr = \Delta Hr - T\ \Delta S$

$0 = 178.5 - \{T \times 0.16\}$

$-178.5 = -\{T \times 0.16\}$

$T = \frac{-178.5}{-0.16} = 1115.6\ K$

اذا سوف نحتاج الى درجة حرارة اكبر من 1115.6 K **حتى يصبح عندها التفاعل تلقائي**

حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية

درجة حرارة الانصهار (T_m):- وهي درجة الحرارة التي تتحول فيها المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة
درجة حرارة الغليان (T_{Vap}) :- وهي درجة الحرارة التي تتحول فيها المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية

& انتبه :- في درجة حرارة الانصهار او الغليان يحدث اتزان مابين بين ضغط بخار الماء الصلب او السائل مع الضغط الجوي 0 وهذا يعني ان قيمة ($\Delta G = 0$)

أي :- $\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$ ⟸ $0 = \Delta H - T\,\Delta S$

& **لحساب انتروبي الانصهار نطبق العلاقة :-**

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m}$$

حيث :- ΔS_{fus} تمثل التغير بالانتروبي للانصهار
ΔH_{fus} تمثل التغير بالانثالبي للانصهار
T_m تمثل درجة حرارة الانصهار

& **ولحساب انتروبي التبخر نطبق العلاقة الاتية :-**

$$\Delta S_{Vap} = \frac{\Delta H_{Vap}}{T_b}$$

حيث :- ΔS_{Vap} تمثل التغير بالانتروبي للتبخر
ΔH_{Vap} تمثل التغير بالانثالبي للتبخر
T_b تمثل درجة حرارة الغليان

& ملاحظات :-
1- ان العلاقات اعلاه تطبق عندما يكون النظام في حالة اتزان اي ($\Delta G = 0$)
2- هناك تغير فيزيائي اخر لم يتم التطرق اليه وهو **التسامي** والذي يتضمن تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة

علاقـــــة تروتــــــــــن

- لاحظ تروتن ان قيمة ΔS_{Vap} لأغلب السوائل = $85\ J/K.mol$ ؟؟ **علل ذلك**
بسبب وجود تشابه في تركيب هذه السوائل وحركة جزيئاتها وكذلك تشابه في تركيب ابخرتها وحركة الجزيئات فيها 0
- لـذلك من المعلومة اعلاه يصبح القانون اعلاه بالشكل :-

$$\Delta S_{Vap} = 85\ J/K.mol = \frac{\Delta H_{Vap}}{T_b}$$

& مهم جداً جداً :- تستخدم هذه العلاقة لحساب انثالبي التبخر للسوائل من معرفة درجة غليانها
& بتعبير أخر :- حبيبي روح افهمها من الملاحظات في المربعات الموجودة في المثال والتمرين

مثال 1-13 :- احسب انثالبي التبخر ΔH_{Vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة KJ/mol اذا علمت ان درجة غليانه تساوي $69\ C^{\circ}$

وزاري 2014 الدور الثاني

الحـــل :-

ملاحظة 1 :-

اذا ذكر اي سائل عدا الماء نتبع مايلي :-

1- $\Delta S = 85\ J/K.mol$
2- تجمع درجة الحرارة التي تعطى بالسؤال بالسيليزي مع 273
3- قيمة ΔH ستكون مطلوبة وتستخرجها من العلاقة $\frac{\Delta H}{T} = 85$ وحيث ان T تم استخراجها في نقطة 2
4- طرفين في وسطين وتستخرج ΔH
5- واذا طلب بالكيلو جول تقسم على 1000

نحول درجة الحرارة من السيليزي الى الكلفن

$$T\,(K) = t\,(C^{\circ}) + 273$$
$$T\,(K) = 69 + 273 = 342\ K$$

ثم نطبق العلاقة

$$\Delta S_{Vap} = 85\ J/K.mol = \frac{\Delta H_{Vap}}{T_b}$$
$$\Delta H_{Vap} = 85\ J/K.mol \times 342\ K$$
$$\Delta H_{Vap} = 29070\ J/mol$$

ثم نحول من J/mol الى KJ/mol

$$\Delta H_{Vap} = 29070\ J/mol \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = 29.070\ KJ/mol$$

تمرين 1-15 :- احسب التغير في الانتروبي للتحول الاتي :-

وزاري 2013 الدور الثاني وورد ايضاً 2014 الدور

$$H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_{Vap} = 44\ KJ/mol$$

عند درجة غليان الماء $100\ C^{\circ}$

الحـــل :-

ملاحظة 2 :-

عندما يذكر الماء نتبع مايلي :-

1- ΔH تعطى في السؤال
2- T = 373 جاهزة لأن درجة غليان الماء 100 ويجمع مع 273
3- يطلب ΔS وتحسب بشكل مباشر من $\Delta S = \frac{\Delta H}{T}$

$$T\,(K) = t\,(C^{\circ}) + 273 = 100 + 273 = 373\ K$$

ثم نحسب ΔS_{Vap}

$$\Delta S_{Vap} = \frac{\Delta H_{Vap}}{T_b} = \frac{44\ KJ/mol}{373\ K} = 0.118\ KJ/K.mol$$

اسئلة وزارية واثرائية

--س // 1992 / دور أول / وزاري // جد انثالبي تحول الفسفور الأبيض من صلب إلى غاز من المعلومات الآتية -:

$P_{4(s)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow P_4O_{10(s)}$　　$\Delta H^\circ = -3005\ KJ$

$P_{4(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow P_4O_{10(s)}$　　$\Delta H^\circ = -3018\ KJ$

--

س // 1995 / دور ثاني / وزاري // أذا علمت أن حرارة احتراق البيوتان (C_4H_{10}) تساوي (2878.5KJ/mol —) عندما يعطي CO_2 وسائل الماء ولكنها (2658.5KJ/mol —) عندما يعطي CO_2 وبخار الماء . جـد حرارة تبخر الماء ؟

س// 2001 /2006 / دور ثاني وزاري // احسب انثالبي الاحتراق القياسية $\Delta H\mathring{c}$ لغاز الإيثان علماً أن انثالبية التكوين القياسية لسائل الماء وغاز CO_2 وغاز C_2H_6 هي (285.8 — و 293.5 — و 84.67 —)على التوالي ومقاسة بـ (KJ / mol)

س// 2002 / دور أول/ وزاري //

أحسب $\Delta \mathring{S}$ للتفاعل الغازي في درجة حرارة 25C̊　　$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

علماً ان $\Delta H\mathring{f}$ لبخار الماء = 242 KJ/mol — و $\Delta G\mathring{f}$ لبخار الماء = 229 KJ / mol — ؟

س// 2004 / دور أول /وزاري//

أذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لغاز الامونيا تساوي (46 KJ / mol —)

وحرارة التفكك لغاز HCl = (92 KJ / mol +) احسب حرارة التفاعل :-

$2NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow N_2 + 6HCl$

س// 2004 / دور ثاني / وزاري // احسب حرارة تفكك غاز كلوريد الهيدروجين في 25C̊ أذا علمت أن $\Delta G\mathring{f}$ لغاز HCl = (95.3KJ/mol —) و (10 J/mol.K = ΔS) للتفاعل

$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \longrightarrow HCl$ ؟

س// 2004// دور ثاني / وزاري // احسب انثالبية تكوين البروبان من حرارة احتراقه التي تبلغ (2220 —) بوحدات KJ / mol علماً ان حرارة التكوين للماء ولغاز CO_2 هي (286 —) و (394 —) بوحدات KJ / mol على التوالي　　$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

س// 2005 / دور أول / وزاري // ΔH° لانصهار الجليد يساوي 6 بوحدات KJ / mol أحسب ΔH° لانجماده؟

س// 2005 / دور ثاني / وزاري // عند حرق (1.6g) من غاز الميثان انبعثت حرارة مقدارها (89 KJ) ، أحسب انثالبية التكوين القياسي للميثان علماً أن انثالبية التكوين القياسية لكل من CO_2 , H_2O تساوي (286 — و 393.5 —) بوحدات KJ / mol علما أن الكتل الذرية لـ (C = 12 , H = 1)

س// 2005 / دور ثاني / وزاري //

انثالبي الاحتراق للقصدير مكوناً من غاز SnO_2 هي (580.8 —) وانثالبي الاحتراق القياسية لـ SnO مكوناً SnO_2تساوي (294.8 —) بوحدات KJ / mol احسب انثالبي التكوين القياسية لـ SnO ؟

س// 2007 /دور ثاني / وزاري // مستفيداً من المعلومات الاتية :-

احسب انثالبية التكوين القياسية لأوكسيد الألمنيوم Al_2O_3

1) $Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + \frac{3}{2} O_2$ $\Delta Hr^\circ = + 821\ KJ/mol$

2) $2Fe_2O_3 + 4AL \longrightarrow 4Fe + 2AL_2O_3$ $\Delta Hr^\circ = + 821\ KJ/mol$

س// 2008/دور ثاني / وزاري // احسب انثالبية تكوين الكحول المثيل القياسية اذا علمت ان انثالبية احتراقه القياسية $\Delta H\mathring{c}$ تساوي (726.5 KJ / mol —) وان انثالبية التكوين القياسية لكل من H_2O , CO_2 هي (393.5 — و 286 —) على التوالي مقاسة بـ KJ / mol .

س// 2008/دور ثاني / وزاري // احسب انثالبية تكوين الكحول المثيل القياسية اذا علمت ان انثالبية احتراقه القياسية $\Delta H\mathring{c}$ تساوي (726.5 KJ / mol —) وان انثالبية التكوين القياسية لكل من H_2O , CO_2 هي (393.5 — و 286 —) على التوالي مقاسة بـ KJ / mol .

س// 2009/ دور ثاني / وزاري // التفاعل الأتي 25 C̊ $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

وجد أن حرارة الاحتراق له **تساوي 890 KJ** – **احسب** حرارة التكوين القياسية لغاز الميثان بوحدات KJ / mol لكل من CO_2 , H_2O **أذا علمت** أن (286 – و 393.5 –) على التوالي ؟

س// 2011 /دور ثاني / وزاري // احسب $\Delta \mathring{S}$ **للتفاعل** الأتي عند درجة 25 C̊ أذا علمت أن $\Delta H\mathring{f}$ لغاز HF = (273 —) و $\Delta G\mathring{f}$ لغاز HF = (275 —) بوحدات KJ / mol للتفاعل

$H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$

س// أثرائي / خارجي // احسب انثالبية التفاعل $SO_2 + 2C \rightarrow CO + S$

أن $\Delta H\mathring{f}$ (CO) = — 110.5 KJ / mol و $\Delta H\mathring{f}$ (SO_2) = — 296 KJ / mol ؟

س// أثرائي / خارجي // احسب حرارة الاحتراق القياسية (CO) **وحرارة تكوينه أذا علمت أن** $\Delta H\mathring{f}$ (CO_2 تساوي 393.5 KJ / mol —) $2CO + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta Hr^\circ = — 566\ KJ / mol$

س// أثرائي / خارجي // حسب حرارة التكوين القياسية للماء وحرارة الاحتراق **للهيدروجين من** التفاعل الأتي

$\Delta \mathring{H}$ لـه = 572 — بوحدات KJ $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

س// أثرائي / خارجي // احسب التغير في الطاقة الحرة للتفاعل $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

في درجة حرارة 298 K وفي درجة (1000 C̊) أذا علمت أن التغير في الانثالبي لهذا **التفاعل** (KJ / mol 178.3 +) والتغير في الانتروبي هو (160.4 J/ mol.k) وبين تلقائية **التفاعل في كلتا** الدرجتين الحراريتين .

س// أثرائي / خارجي // جـد انثالبي التفاعل $Cl_2 + H_2 \longrightarrow 2HCl$ علما

$\Delta \mathring{H}$ = (57.5 +) للتفاعل $Cl_2 + H_2O \longrightarrow 2HCl + \frac{1}{2}O_2$ و $\Delta H\mathring{f}$ = 242– للتفاعل

$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$ بـوحدات KJ / mol .

س// أثرائي / خارجي // اذا علمت ان حرارة تبخر الامونيا تساوي 23.3 بوحدات KJ / mol ، وان انتروبي التبخر لها تساوي (97.2 J/mol.K) احسب درجة غليان الامونيا عندما تكون الامونيا السائلة في حالة اتزان مع بخارها .

س// أثرائي / خارجي // احسب انثالبي التبخر للماء في درجة غليانه اذا علمت ان حرارة تكوين سائل الماء تساوي 286 kJ/k — وحرارة تكوين بخار الماء تساوي 242 KJ / mol —

س// أثرائي / خارجي // اذا علمت ان احتراق مول واحد من H_2 مكوناً سائل الماء يبعث حرارة مقدارها 286 KJ / mol لكنه يبعث حرارة مقدارها 242 KJ / mol عند يكون بخار الماء احسب انثالبي التبخر للماء عند درجة الغليان .

س// أثرائي / خارجي // احسب حرارة تحول مول واحد من الجليد الى بخار اذا علمت ان تكثف مول واحد من بخار الماء يبعث حرارة مقدارها 44 KJ / mol وانصهار مول واحد من الجليد يحتاج امتصاص حرارة مقدارها 32 KJ / mol ثم بين الحالة الاثبت ؟

س// (1995 / دور ثاني) // (2014 / تمهيدي) وزاري // ذوبان ملح الطعام في الماء عملية تلقائية وهي ماصة للحرارة علل ذلك في ضوء علاقة كبس .

س// 2000 / دور أول / وزاري // زيادة العشوائية تحبذ تلقائية التفاعل (علل)

س// 2003 / دور أول / وزاري // تفاعل باعث للحرارة وفي مستوى عالي من الانتروبية هـل يكون تلقائي في جميع درجات الحرارة ؟

س// 2005 /دور ثاني / وزاري // يستخلص السليكون باختزال اوكسيده ، حسب التفاعل التالي الماص للحرارة فسر تلقائية التفاعل

$$SiO_{2(s)} + 2C_{(g)} \longrightarrow Si_{(s)} + 2CO_{(s)}$$

س// 2006 / دور ثاني/ 2010 دور أول / وزاري:-
لايحصل تفكيك كاربونات الكالسيوم الماص لحرارة في درجات الحرارة الاعتيادية ؟ علل ؟

س// 2008 / دور أول / وزاري// بين متى يكون لزيادة درجة الحرارة تأثير على تلقائية وعدم تلقائية التفاعل بالاستناد إلى علاقة كبس .

س// 2008 /دور ثاني / وزاري// ذوبان خلات الصوديوم في الماء تلقائي ومصحوب بامتصاص حرارة ، كيف تفسر تلقائية هذا التفاعل استناداً إلى علاقة كبس .

س// 2011 / دور أول / وزاري//هل التفاعل التالي الماص للحرارة تلقائي برفع ام بخفض درجة الحرارة

$$NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$$

تمت بعونه تعالى

أ.د مينا الأحمد

أ.د اشرف الوائلي

مساعد الطالب في

الكيمياء

السادس الاحيائي

الاستاذ
ابراهيم علي ابراهيم

2017

الفصل الثاني

الاتزان الكيميائي

رحلة التفوق في السادس

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص) : ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت املين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د : اشرف الوائلي

ا.د : مينا الاحمد

الفصل الثاني :- الاتزان الكيميائي

التفاعلات الانعكاسية والتفاعلات الغير انعكاسية :-

تقسم التفاعلات حسب اتجاه التفاعل الى نوعين :-

احفظ فقط وزاري

التفاعلات الغير انعكاسية:- هي التفاعلات التي يتم فيها (عند ظروف معينة) استهلاك تام لأحد او جميع المواد المتفاعلة ولا يكون للمواد الناتجة عند نفس ظروف التفاعل القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها

مثال ذلك :-

اضافة محلول حامض الكبريتيك الى محلول هيدروكسيد الصوديوم وتكوين ملح كبريتات الصوديوم وماء

$$H_2SO_{4\,(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4\,(aq)} + 2H_2O_{(aq)}$$

احفظ فقط

التفاعلات الانعكاسية :- هي التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة اخرى

مثال ذلك :-

تفاعل غاز الهيدروجين مع بخار اليود لتكوين غاز يوديد الهيدروجين (في نظام مغلق)

$$H_{2\,(g)} + I_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

مثال اخر :-

تحلل كاربونات الكالسيوم الصلبة الى اوكسيد الكالسيوم وغاز ثاني اوكسيد الكاربون (في نظام مغلق)

$$CaCO_{3\,(S)} \rightleftharpoons CaO_{(S)} + CO_{2\,(g)}$$

مقارنة بين التفاعلات الغير انعكاسية والتفاعلات الانعكاسية

التفاعلات الغير انعكاسية	التفاعلات الانعكاسية
1- يحدث في اتجاه واحد ($\longrightarrow$)	1- يحدث في اتجاهين ($\rightleftharpoons$)
2- تقريباً تتفاعل المواد المتفاعلة كلياً	2- يتفاعل جزء من المواد المتفاعلة
3- المواد الناتجة لا تتفاعل مع بعضها	3- المواد الناتجة تتفاعل مع بعضها لتعطي المواد المتفاعلة

احفظ فقط

تقسم التفاعلات الانعكاسية حسب الطور الى :-

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة :- هي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد (علماً ان جميع التفاعلات تجري في نظام مغلق)

ومن امثلة ذلك :-

1- تفاعل غازي

$$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$$

2- تفاعل في محلول

$$HCOOH_{(L)} + CH_3OH_{(L)} \rightleftharpoons HCOOCH_{3\,(L)} + H_2O_{(L)}$$

3- تفاعل صلب

$$Zn_{(S)} + S_{(S)} \rightleftharpoons ZnS_{(S)}$$

التفاعلات الانعكاسية الغير متجانسة :-

احفظ فقط

وهي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد

مثال ذلك :-

$$C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$$

وزاري

علل :- تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة (مهم وزاري متكرر)

الجواب :- التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة لأنه يحدث استهلاك تام لأحد او لجميع المواد المتفاعلة 0 اما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات مستمرة بكلا الاتجاهين ووصلت الى حالة الاتزان واصبحت التراكيز ثابتة

حالة الاتزان وقانون فعل الكتلة

عندما نخلط مول واحد من من غاز الهيدروجين مع مول واحد من غاز اليود في اناء التفاعل لتكوين غاز يوديد الهيدروجين عند درجة حرارة $445\ C^{\circ}$ فالمفروض ان يتكون 2 مول من يوديد الهيدروجين وحسب المعادلة :-

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

ولكن وجد عملياً بعد تحليل الخليط عندما يصل هذا التفاعل الى حالة الاتزان الكيميائي الديناميكي انه يحتوي على % 78 من غاز HI و %11 من كل من غازي اليود والهيدروجين بحالتيهما الجزيئية 0

وبالمقابل اذاتم تسخين غاز HI النقي عند نفس درجة الحرارة ($445\ C^{\circ}$) فأنه يتفكك الى غازي اليود والهيدروجين

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

ويحتوي الخليط ايظاً على % 78 من غاز HI و %11 من كل من غازي اليود والهيدروجين

- يطلق على العلاقة التي تربط بين سرعة التفاعل الكيميائي وتراكيز المواد المتفاعلة بقانون فعل الكتلة

احفظ

قانون فعل الكتلة :- عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي في أي اتجاه كان تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوعة لكل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة

- وعند تطبيق قانون فعل الكتلة على التفاعل اعلاه فأن

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

ويمكن التعبير عن سرعة التفاعل الامامي R_f وسرعة التفاعل الخلفي R_b رياضياً وحسب قانون فعل الكتلة وكالأتي :-

$$R_f = K_f\,[H_2]\,[I_2]$$
$$R_b = K_b\,[HI]^2$$



لاتتوقف ... فاللحظات الشاقة سوف تصبح ذكريات جميلة
ترويها في قصة نجاحك ... ان شاء الله

ثابـــت الاتـــزان

احفظ التعاريف

ثابت الاتزان K_{eq} :-

هو النسبة بين ثابت تناسب سرعة التفاعل الامامي (K_f) وثابت تناسب سرعة التفاعل الخلفي (K_b)

ويقسم ثابت التناسب بصورة رئيسية الى نوعين رئيسيين :-

1- ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية K_C :-

هوحاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع الى اس يمثل عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة

2- ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية K_P :-

حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع الى اس يمثل عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة

أشتقاق ثابت الاتزان

لنفترض ان لدينا التفاعل الانعكاسي الاتي :-

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

حيث A,B,C,D تمثل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة

وان a,b,c,d تمثل عدد مولات هذه المواد في معادلة التفاعل الموزونة

لذلك عند تطبيق قانون فعل الكتلة بالنسبة للتفاعل الامامي فأن :-

$$R_f = K_f [A]^a [B]^b \quad \text{-------------(1)}$$

وعند تطبيق قانون فعل الكتلة للتفاعل الخلفي فأن :-

$$R_b = K_b [C]^c [D]^d \quad \text{-------------(2)}$$

حيث ان K_b, K_f تمثل ثابت سرعة التفاعل الامامي والخلفي على التوالي

وعند حصول الاتزان فأن سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل الخلفي أي $R_f = R_b$

لذلك نحصل على الاتي :-

$$K_f [A]^a [B]^b = K_b [C]^c [D]^d \quad \text{-----------(3)}$$

وبترتيب معادلة (3) نحصل على :-

$$\frac{K_f}{K_b} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad \text{------------ (4)}$$

وبما ان K_f مقسوم على K_b هو مقدار ثابت يعرف بثابت الاتزان K_{eq} لذا تصبح معادلة (4) بالشكل :-

$$K_{eq} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad \text{--------------(5)}$$

وان ثابت التزان بدلالة التراكيز المولارية يكون بالشكل :- (يحسب لـ g , aq)

$$K_C = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad \text{---------- (6)}$$

وان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية يكون بالشكل الاتي :- (يحسب لـ g فقط)

$$K_P = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b} \quad \text{-----------(7)}$$

مثال 2-1 :- للتفاعل المتزن الاتي :-

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

وجد ان ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي 0.11 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.05
احسب ثابت سرعة الاتزان K_{eq} للتفاعل

الحـــــل :-

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b}$$

$$K_{eq} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين 2-1 :- تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b تساوي 0.02 أحسب ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f ؟

الحـــــل :-

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b}$$

$$K_f = K_{eq} \times K_b \Longrightarrow K_f = 4.24 \times 0.02 = 0.0848$$

فراغـــــات وزاريـــــة تخص القانون $K_{eq} = \frac{K_f}{K_b}$:-

2014 الدور الاول :- تفاعل ما متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي 0.0848 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.02 فأن ثابت الاتزان K_{eq} يساوي ------------

2015 الدور الاول :- تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي له يساوي (0.036) وثابت سرعة التفاعل الخلفي له يساوي (0.009) فأن ثابت الاتزان له ----------

---

يحسب ثابت الاتزان K_{eq} على شكل صورتين اساسيتين :-

لو كانت لديك العادلة

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

فأن ثابت الاتزان يحسب كالاتي :-

1- ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية K_C
(لاتنسى يحسب للغازات g وللمحاليل المائية aq يعني اذا [L , S = 1])

$$K_C = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

2- ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية K_P
(لاتنسى يحسب للغازات g فقط يعني اذا [L , S , aq = 1])

$$K_P = \frac{P_C^c \times P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

مثال 2-2 :- اكتب ثوابت الاتزان للتفاعلات الاتية بدلالة التراكيز المولارية :-

$$2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$$

$$K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$$

$$CaCO_{3(S)} + 2HCL_{(aq)} \rightleftharpoons CaCL_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(L)}$$

$$K_C = \frac{[CO_2][CaCL_2]}{[HCL]^2}$$

مثال 2-3 :- اكتب ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية للتفاعلات الاتية :-

$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

$K_P = \frac{P^2_{NH_3}}{P^3_{H_2} \times P_{N_2}}$

$2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$

$K_P = \frac{1}{P_{O_2}}$

تمرين 2-3 :- اكتب ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية K_P وبدلالة التراكيز المولارية K_C لكل من التفاعلات الاتية ان امكن (سوف نختار ستة تفاعلات من التفاعلات السبعة)

$3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$

$K_C = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}$

$K_P = \frac{P^2_{O_3}}{P^3_{O_2}}$

$CO_{(g)} + CL_{2(g)} \rightleftharpoons COCL_{2(g)}$

$K_C = \frac{[COCL_2]}{[CO][CL_2]}$

$K_p = \frac{P_{COCL_2}}{P_{CO} \times P_{CL_2}}$

$H_2O_{(g)} + C_{(S)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$

$K_C = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$

$K_p = \frac{P_{CO} \times P_{H_2}}{P_{H_2O}}$



$2ZnS_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(S)} + 2SO_{2(g)}$

$K_C = \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3}$

$K_p = \frac{P^2_{SO_2}}{P^3_{O_2}}$

$C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

$K_C = \frac{[C_6H_5COO^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$

ولا يحسب K_P لهذا التفاعل لأن K_P يحسب للغازات فقط وهذا التفاعل لايتضمن أي مادة في الحالة الغازية

$2NO_{2(g)} + 7H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 4H_2O_{(L)}$

$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^7\,[NO_2]^2}$

$K_p = \frac{P^2_{NH_3}}{P^2_{NO_2} \times P^7_{H_2}}$

ملاحظات مهمة جداً :-

1- عند حساب ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية Kc فأننا نتعامل بالتراكيز فقط أي اذا اعطى بالمول يجب ان ننتبه الى الحجم فأذا كان اكبر او اقل من الواحد فأننا نقسم على الحجم المعطى

$$M(mol/L) = \frac{n\,(mol)}{V(L)}$$

واذا اعطى كتلة وكتلة مولية وحجم فأننا نجد التركيز المولاري من خلال القانون $M\,(mol/L) = \frac{\frac{m\,(g)}{M\,(g/mol)}}{V\,(L)}$

2- عند حساب ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية Kc فأننا نحسبها **للغازات (g) وللمحلول المائي (aq) فقط** ولانحسب تراكيز المواد الصلبة (S) اوالمواد السائلة (L) ونعوض عنها بالرقم واحد

3- عند حساب ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية K_P فأنه **يحسب للغازات (g) فقط**

4- عندما يعطي الضغط الكلي فأننا نطبق قانون دالتون للضغوط الجزيئية
الضغط الكلي = مجموع الضغوط الجزيئية للغازات في مزيج التفاعل

5- عند حساب ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية K_P فأنه الوحدة يجب ان تكون بالجو (atm) فأذا عطيت بالـ Toor او (mmHg) فأننا نقسمها على 760 لتحويلها الى الـ atm

1- وايضاً ستحتاج الى القانون **PV = nRT** لأيجاد الضغط او لأيجاد عدد المولات او 00

مهم جدا جدا :-

في اغلب الاسئلة سوف تحتاج الى كتابة المعادلة مع الفرضيات لذلك يجب ان تحفظ الشكل ادناه كمثال :-

	$H_{2(g)} + I_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2HI_{(g)}$
التركيز / M	$[H_2]$	$[I_2]$	$2[IH]$
التركيز الابتدائي	0.5	0.5	0.0
التغير في التركيز	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	X – 0.5	X – 0.5	2x

حساب ثابت الاتزان K_{eq}

هناك ثلاث انواع من الاسئلة (مهم جداً جداً جداً)

النـــــــــــوع الاول :-

يـذكر ان التفاعل في حالة اتزان ويعطي تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة في حالة الاتزان ويطلب حساب ثابت الاتزان

الحل :-

الحل يكون بشكل مباشر بتطبيق قانون ثابت الاتزان عند حالة الاتزان لأيجاد (قيمة ثابت الاتزان K_{eq})

النـــــــــــوع الثاني :-

المعطيات :-

1- يعطي **تراكيز ابتدائية او ضغوط** ابتدائية (قبل التفاعل) او تفرضها

2- يعطي قيمة **ثابت الاتزان** (K_{eq}) عند حصول الاتزان

المطلوب :-

- يطلب (حساب تراكيز **المواد المتفاعلة** والمواد الناتجة عند حصول حالة الاتزان)

الحل :- يكون بأتباع الخطوات الاتية

1- نكتب المعادلة مع الفرضيات (**كما في الشكل في الصفحة** السابقة)

2- نستخرج قيمة (X) في مرحلة الاتزان

وذلك بتطبيق قانون ثابت الاتزان **بتعويض قيمة** (K_{eq}) والتي تعطى بالسؤال

3- نعوض قيمة (X) في مرحلة (التراكيز **عند الاتزان**) لأيجاد تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة

النـــــــــــوع الثالث :-

المعطيات :-

1- يعطي تراكيز او ضغوط جزيئية للمواد المتفاعلة (الابتدائية) **او تفرضها**

2- يعطي تركيز او ضغط جزيئي لأحد المواد المتفاعلة او **الناتجة عند (حالة الاتزان)** او معلومة تساعدك على ذلك مثلاً (المتبقي او المستهلك او المتحلل او المتكون او -------)

المطلوب :-

- ايجاد (قيمة ثابت الاتزان)

الحل يكون بالشكل الاتي :-

1- نكتب المعادلة مع الفرضيات (كما في الشكل في الصفحة السابقة)

2- نستخرج قيمة التراكيز عند مرحلة الاتزان بعد ان نستخرج قيمة (X) من خلال معلومات تعطى في السؤال

3- بعد ان استخرجنا التراكيز في مرحلة الاتزان نعوضها في قانون ثابت الاتزان لأستخراج ثابت الاتزان (K_{eq})

عندما يراهنون على فشلك وتنجح
عندها فقط00 سيكون للنجاح طعم اخر

امثلة وتمارين على النوع الاول :-

مثال 2-4 :- جد قيمة K_{eq} للتفاعل الاتي :-

$$2CH_{4\,(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)}$$

اذا علمت ان التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الاتزان هي :-

$$[CH_4] = 0.02 \quad , \quad [C_2H_2] = 0.05 \quad , \quad [H_2] = 0.143$$

الحل :-

$$K_C = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} \Longrightarrow K_C = \frac{(0.05)(0.143)^3}{(0.02)^2} \Longrightarrow K_C = 0.37$$

تمرين 2-3 :- جد قيمة K_{eq} للتفاعل الاتي :-

$$2NO_{2\,(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4\,(g)}$$

أذا علمت ان التراكيز لمواد التفاعل عند حصول حالة الاتزان هي كالاتي :-

$$[N_2O_4] = 0.002 \quad , \quad [NO_2] = 0.017$$

الحل :-

$$K_C = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} \Longrightarrow K_C = \frac{(0.002)}{(0.017)^2} \Longrightarrow K_C = 6.92$$

امثلة وتمارين على النوع الثاني :-

مثال 2-5 :- في التفاعل الاتي :-

$$H_{2\,(g)} + I_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

خلط 0.5 mol من H_2 و 0.5 من I_2 في وعاء حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة $430\ C^\circ$ وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي 5.29 احسب تراكيز المواد التي تمثل مزيج الاتزان ؟

الحـــل :-

$$H_{2\,(g)} + I_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

H_2	I_2	HI
0.5	0.5	0
-X	-X	+2X
0.5-X	0.5-X	2X

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Longrightarrow 5.29 = \frac{[2X]^2}{[0.5-X][0.5-X]} \Longrightarrow 5.29 = \frac{[2X]^2}{[0.5-X]^2}$$

نجذر الطرفين

$$2.3 = \frac{2X}{0.5-X}$$

طرفين × وسطين ثم حل المعادلة لأيجاد قيمة X

$$2X = (2.3\times0.5) - (2.3\times X)$$
$$2X = (1.15) - (2.3X)$$
$$4.3X = 1.15$$
$$X = \frac{1.15}{4.3} \Longrightarrow X = 0.267\ mol/L$$

اذن التراكيز عند الاتزان

$$[H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.267 = 0.233\ mol/L$$
$$[HI] = 2 \times 0.267 = 0.534\ mol/L$$



تمرين 2-4 :- للتفاعل الاتي :-

$H_{2\,(g)} + Br_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$

وضع في اناء حجمه لتر واحد 0.4 mol من كل من H_2 , Br_2 وبدرجة حرارة $425C^{\circ}$ احسب تراكيز المواد التي تكون خليط الاتزان اذا علمت ان ثابت الاتزان لهذا التفاعل K_C يساوي 0.25

الحـــل :-

اعقد صداقة مع الله يمنحك الله رضاه



$H_{2\,(g)} + Br_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$

0.4	0.4	0
-X	-X	+2X
0.4-X	0.4-X	2X

$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Longrightarrow 0.25 = \frac{[2X]^2}{[0.4-X][0.4-X]}$

بجذر الطرفين

$0.5 = \frac{2X}{0.4-X}$

ثم (طرفين × وسطين) ثم تبسيط لحل المعادلة وايجاد قيمة X

$2X = (0.5\times0.4) - (0.5X)$

$2X = (0.2) - (0.5X)$

$0.5X + 2X = 0.2$

$2.5\,X = 0.2 \Longrightarrow X = \frac{0.2}{2.5} \Longrightarrow$ **X = 0.08 mol/L**

$[HBr] = 2X = 2 \times 0.08 = 0.16\ mol/L$

$[H_2] = [Br_2] = 0.4 - X = 0.40 - 0.08 = 0.32\ mol/L$

تمرين 2-6 (مهم) :- في التفاعل الغازي الاتي :-

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 , N_2 في اناء سعته لتر واحد 0 وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 mol وما تبقى من N_2 يساوي 0.2 mol 0 ماعدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علماً ان ثابت الاتزان Kc يساوي 200

الحـــل :-

نفرض ان تركيز H_2 الابتدائي = (A) , ونفرض ان تركيز N_2 الابتدائي = (B)

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

A	B	0
-3X	-X	+2X
A-3X	B-X	2X

نعمل على ايجاد قيمة X من معلومات السؤال

حيث ذكر ان ماستهلك من H_2 هو 0.3

أي ان قيمة 3X = 0.3 اذن قيمة $X = \frac{0.3}{3} \Longrightarrow X= 0.1$

هنا نستطيع ان نكتب فرضية المعادلة في خط الاتزان بالشكل الاتي (للتوضيح اكثر) :-

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

A- 0.3　　B- 0.1=0.2　　0.2

اعداد السكنر الادمن زيد الذهبي

والان نستطيع ايجاد قيمة B والتي تمثل تركيز N_2

حيث انه ذكر في السؤال ان المتبقي من N_2 يساوي 0.2 أي ان :-

$B - 0.1 = 0.2 \Longrightarrow$ **$B = 0.3\ mol/L$**

والان نستطيع ايجاد قيمة (A) والتي تمثل تركيز H_2 الابتدائي وذلك بتعويض قيمة ثابت الاتزان Kc في خط الاتزان

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$200 = \frac{[0.2]^2}{[0.2][A-0.3]^3} \Longrightarrow 200 = \frac{[0.2]}{[A-0.3]^3} \Longrightarrow 0.2 = 200 \times [A-0.3]^3$$

ثم البعيد على القريب

$$[A-0.3]^3 = \frac{0.2}{200} \Longrightarrow [A-0.3]^3 = 0.001$$

وبأخذ الجذر التكعيبي للطرفين

$A - 0.3 = 0.1 \Longrightarrow A = 0.3 + 0.1 \Longrightarrow$ **$A = 0.4\ mol/L$**

امثلة وتمارين على النوع الثالث

مثال 2-6 :- في احد التجارب العملية ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5L فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي 0.025 mol/L احسب قيمة Kc لهذا التفاعل ؟

$$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$$

الحـــل :-

بما ان الحجم ليس واحد لتر (5L) اذن نقسم عدد **المولات** على الحجم لأيجاد التركيز المولاري

$$M\ (mol/L) = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)} = \frac{0.625\ mol}{5\ L} = 0.125\ mol/L$$

$N_2O_{4\,(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2NO_{2\,(g)}$
0.125		0
-X		+2X
0.125-X= 0.025		2X

نستطيع ايجاد قيمة X حيث انه اعطى $[N_2O_4]$ عند الاتزان يساوي 0.025 mol/L

$0.125 - X = 0.025 \Longrightarrow X = 0.125 - 0.025 \Longrightarrow$ **$X = 0.1\ mol/L$**

ونستطيع استخراج $[NO_2]$ عند الاتزان

$$[NO_2] = 2X = 2 \times 0.1 = 0.2\ mol/L$$

والان نستطيع كتابة المعادلة عند خط الاتزان بالشكل الاتي :-

$N_2O_{4\,(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2NO_{2\,(g)}$
0.025		0.2

$$Kc = \frac{(0.2)^2}{0.025}$$

$$Kc = 1.6$$

ويبقى الامــــل 00

بأن اجمل الكلمات تلك التي لم تكتب بعد

واجمل الاحلام تلك التي لم تتحقق بعد

واجمل الايام حتماً سيكون غداً

مثال 2-7 :- التفاعل الغازي الاتي :-

$2SO_{3\,(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$

في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد ان ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3 atm عند درجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm أحسب K_p للتفاعل عند الاتزان ؟

الحل :-

$2SO_{3\,(g)}$	$2SO_{2\,(g)}$	$O_{2\,(g)}$
3 atm	0	0
-2X	+2X	+X
3 – 2X	2X	X

حسب قانون دالتون للضغوط الجزينية فأن الضغط الكلي = مجموع الضغوط الجزينية للغازات الموجودة في التفاعل

$PT = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$

$4 = (3-2X) + 2X + X$

$4 = 3 + X \Longrightarrow X = 1\ atm$

وبما اننا استطعنا ايجاد قيمة X اذن نستطيع ان نجد الضغوط عند الاتزان

$P_{SO_3} = 3-2X = 1\ atm$

$P_{SO_2} = 2X = 2\times1 = 2\ atm$

$P_{O_2} = X = 1\ atm$

اذن تكون المعادلة عند خط الاتزان بالشكل الاتي :-

$2SO_{3\,(g)}$	$2SO_{2\,(g)}$	$O_{2\,(g)}$
1 atm	2 atm	1 atm

$$K_P = \frac{P^2_{SO_2} \times P^1_{O_2}}{P^2_{SO_3}} \Longrightarrow K_P = \frac{(2)^2 \times (1)}{(1)^2} \Longrightarrow K_P = 4$$

تمرين 2-5 :- للتفاعل :- $2CO_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2\,(g)}$

وضع في اناء حجمه لتر واحد 0.8 mol من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت 0 احسب Kc ؟

الحل :-

$2CO_{2\,(g)}$	$2CO_{(g)}$	$O_{2\,(g)}$
0.8	0	0
-2X	+2X	+X
0.8-2X	2X	X

المتفكك من غاز CO_2 هو نصف الكمية أي :- 0.4 = 0.8 × ½

والأن نستطيع ايجاد قيمة (X) حيث :-

$$2X = 0.4 \Longrightarrow X = \frac{0.4}{2} \Longrightarrow X = 0.2\ mol/L$$

والان نستطيع ايجاد التراكيز عند الاتزان ثم ايجاد ثابت الاتزان Kc

$[CO_2] = 0.4\ mol/L$

$[CO] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4\ mol/L$

$[O_2] = X = 0.2\ mol/L$

$$Kc = \frac{[CO]^2\,[O_2]^1}{[CO_2]^2} \Longrightarrow Kc = \frac{[0.4]^2\ [0.2]}{[0.4]^2} \Longrightarrow Kc = 0.2$$

العلاقة بين ثابتي الاتزان K_C , K_P

يرتبط ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئة K_P مع ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية K_C عن طريق العلاقة :-

$$K_P = K_C\,(R\,T)^{\Delta ng}$$

ويمكن ان تكتب بشكل اخر :-

$$K_C = K_P\,(R\,T)^{-(\Delta ng)}$$

حيث :-

K_P ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية

K_C ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية

T درجة الحرارة بالكلفن $T(K) = t(C^{\circ}) + 273$

R تساوي 0.082 L.atm / K.mol

Δn_g تمثل الفرق في عدد مولات المواد الناتجة والمواد المتفاعلة (في الحالة الغازية فقط فقط فقط)

$$\Delta n_g = \Sigma\, n_g\,(\text{Products}) - \Sigma\, n_g\,(\text{Reactants})$$

تتوقف العلاقة بين K_P و K_C على قيمة Δn_g وكالاتي :-

مهمة تذكر كثيراً في المسائل

1- Δn_g = صفر فأن قيمة $K_P = K_C$

2- Δn_g تساوي قيمة موجبة فأن K_P اكبر من قيمة K_C

3- Δn_g تساوي قيمة سالبة فأن K_P اصغر من قيمة K_C

تذكر في الفراغات او ماشابه

مثال 2-8 :- في تفاعل ما $\Delta n_g = -1$ وان $K_C = 4.1$ بدرجة حرارة $227C^{\circ}$ فما قيمة K_P لهذا التفاعل ؟

الحـــــل :-

نحول درجة الحرارة من C° الى K

$$T(K) = t(C^{\circ}) + 273 = 227 + 273 = 500\ K$$

نطبق القانون ($K_P = K_C\,(R\,T)^{\Delta ng}$) بشكل مباشر لأن كل المتغيرات موجودة

$$K_P = K_C\,(R\,T)^{\Delta ng}$$

$$K_P = 4.1\,(0.082 \times 500)^{-1}$$

$$K_P = \frac{4.1}{(0.082\times500)} = \frac{4.1}{8.2\times5} = \frac{4.1}{41} = 0.1$$



كل الامور على مايرام في النهاية 00
وان لم تكن كذلك فتلك ليست النهاية

مثال 2-9 (وزار تمهيدي 2013) :- افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجة حرارة 300 K

$$NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3\,(g)} + H_2S_{(g)}$$

ووجد ان الضغوط لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3 atm احسب K_P , K_C للتفاعل ؟

الحــــــــــــــــــــــــــــــل :-

اولاً :- نستخرج قيمة K_P بشكل مباشر

$$K_P = \frac{P^1_{NH_3} \times P^1_{H_2S}}{1}$$

$$K_P = P^1_{NH_3} \times P^1_{H_2S}$$

$$K_P = (0.3)\times(0.3)$$

$$K_P = 0.09$$

ثانياً :- نستخرج قيمة Kc بعد ان نهيأ المتغيرات

حيث درجة الحرارة معطاة جاهزة بالكلفن 0 اذن فقط نستخرج Δn_g ونطبق ($K_C = K_P (R\,T)^{-\Delta ng}$)

$$\Delta n_g = \Sigma\, n_g \text{ (Products)} - \Sigma\, n_g \text{ (Reactants)}$$

$$\Delta n_g = 2 - 0 = 2$$

$$K_C = K_P (R\,T)^{-\Delta ng}$$

$$Kc = 0.09\ (0.082 \times 300)^{-2}$$

$$Kc = \frac{0.09}{(0.082\times300)^2} = \frac{0.09}{(8.2\times3)^2} = \frac{0.09}{(24.6)^2} = \frac{0.09}{605.16} = 0.0001487 \approx 0.00015 = 1.5\times10^{-4}$$

تمرين2-7 :- احسب قيمة Kc للتفاعل المتزن الاتي عند 500C° أذا علمت ان قيمة K_P للتفاعل تساوي 1.5×10^{-5} عند نفس درجة الحرارة

$$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$$

الحــــــــــــــــــــــــــــــل :-

$$T\,(K) = t\,(C^\circ) + 273 = 500 + 273 = 773\ K$$

$$\Delta n_g = \Sigma\, n_g \text{ (Products)} - \Sigma\, n_g \text{ (Reactants)} = 2 - 4 = -2$$

$$K_C = K_P (R\,T)^{-\Delta ng}$$

$$Kc = 1.5\times10^{-5}\ (0.082 \times 773)^{-(-2)}$$

$$Kc = 1.5\times10^{-5}\ (63.4)^2$$

$$Kc = 1.5\times10^{-5}\ (4019.56)$$

$$Kc = 0.06$$



لكل كلمة أذن 00
فأذا كانت أذنك ليست لكلماتي 00
فلا تتهمنى بالغموض 0

تمرين 2-8 :- اذا كانت Kc تساوي 1.6 عند 1000C° بالنسبة للتفاعل الاتي :-

$$C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$$

احسب ضغط CO في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزيئي في تلك الحالة لغاز CO_2 يساوي 0.6 atm

الحـــــــــــــــــل :-

اولاً :- سوف نقوم بتهيئة المتغيرات تمهيداً لأستخراج قيمة K_P من القانون ($K_P = K_C (RT)^{\Delta ng}$)

ثانياً :- نطبق قانون ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية (K_P) لأستخراج الضغط الجزيئي لـ CO

$T (K) = t (C°) + 273 = 1000 + 273 = 1273\ K$

$\Delta n_g = \Sigma n_g (Products) - \Sigma n_g (Reactants) = 2 - 1 = 1$

$K_P = K_C (R T)^{\Delta ng}$

$K_P = 1.6 (0.082 \times 1273)^1$

$K_P = 1.6 \times (104.4)$

$K_P = 167$

$K_P = \frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}^1} \Longrightarrow 167 = \frac{P_{CO}^2}{0.6}$

$P_{CO}^2 = 167 \times 0.6 \Longrightarrow P_{CO}^2 = 100.2 \Longrightarrow P_{CO} = 10\ atm$

أهمية ثابت الاتزان في تحديد اتجاه التفاعل

1- اذا كانت قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً فأن هذا يعني ان تراكيز المواد الناتجة كبيرة جداً وان التفاعل يسير بالاتجاه الامامي

2- اذا كانت قيمة ثابت الاتزان صغيرة جداً فأن هذا يعني ان تراكيز المواد الناتجة يكون صغير جداً وان التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي

3- اذا كانت قيمة ثابت الاتزان تساوي الواحد الصحيح أو أي قيمة مقاربة له فهذا يعني ان تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل تكون متساوية

مثال 4-10 :- من قيم ثوابت الاتزان K_C لكل من التفاعلات الاتية تنبأ بحالة الاتزان لها :-

$2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)} \qquad K_C = 1 \times 10^{-95}$

$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \qquad K_C = 8 \times 10^{25}$

$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \qquad K_C = 1.1$

الحل :-

1- **التفاعل الاول** قيمة ثابت الاتزان صغيرة جداً أي :- عند حالة الاتزان فأن كمية المواد الناتجة H_2 و F_2 ضئيلة جداً لدرجة ان التفاعل يكاد لايحدث من الناحية العملية

2- **التفاعل الثاني** قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً أي :- عند حالة الاتزان فأن كمية المادة الناتجة SO_3 قد وصلت الى درجة قريبة من الاكتمال لذلك فمن الناحية العملية نستطيع ان نقول ان هذا التفاعل يكاد يكون تاماً

3- **التفاعل الثالث** قيمة ثابت الاتزان قريبة من الواحد الصحيح لذلك عند حالة الاتزان فأن كمية المواد المتفاعلة (غازي H_2 و N_2) وكمية المواد الناتجة (غاز NH_3) تكون متقاربة في تراكيزها

تمرين 2-9 :- من قيم ثابت الاتزان Kc لكل من التفاعلات الاتية تنبأ بحالة الاتزان لها ؟

$2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad Kc = 1.1\times10^{-81}$

$2CO_{(g)} + CL_{2(g)} \rightleftharpoons 2COCL_{2(g)} \qquad Kc = 0.99$

$H_{2(g)} + CL_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCL_{(g)} \qquad Keq = 4.4\times10^{32}$

الحل :-

التفاعل الاول :- قيمة ثابت الاتزان صغيرة جداً أي عند حالة الاتزان فأن كمية النواتج قليلة جداً لدرجة يمكن ان نعتبر ان هذا التفاعل لا يحدث من الناحية العملية

التفاعل الثاني :- قيمة ثابت الاتزان قريبة للعدد الواحد الصحيح وهذا يعني ان تراكيز المواد الناتجة والمتبقية من المواد المتفاعلة عند حالة الاتزان تكاد تكون متقاربة

التفاعل الثالث :- قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً أي عند حالة الاتزان فأن كمية النواتج كبيرة جداً وان التفاعل قد اقترب من التمام لذا من الناحية العملية نستطيع القول ان هذا التفاعل يكاد يكون تاماً

ملاحظة :- اذا رأيتم طالب في السادس العلمي
نائم فلا توقظوه ,
اتركوه يحلم بالنجاح
مع امنياتي بالنجاح وأعتلاء شمس الابداع والتفوق



العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة الكيميائية (مهمة جداً جداً)

يرتبط ثابت الاتزان بالمعادلة الكيميائية بثلاث قواعد :- (احفظ القواعد الثلاثة)

القاعدة الاولى :- اذا تم عكس اتجاه تفاعل ما 0 فأن ثابت الاتزان الجديد يساوي مقلوب ثابت الاتزان الاول

اي :-

$$Kc_2 = \frac{1}{K_{C_1}}$$

القاعدة الثانية :- اذا ضربنا معادلة تفاعل ما في معامل معين (رقم) فأن ثابت الاتزان الجديد يساوي قيمة ثابت الاتزان الاول مرفوع الى أس يمثل ذلك المعامل (الرقم)

اي :-

$$Kc_2 = (Kc_1)^{\text{رقم}}$$

القاعدة الثالثة :- اذا كان التفاعل ناتجاً من مجموع عدد من التفاعلات فأن ثابت الاتزان للتفاعل الكلي يساوي حاصل ضرب ثوابت الاتزان لكل التفاعلات التي نتج من مجموعها

اي :-

$$Kc_{\text{للتفاعل الكلي}} = Kc_1 \times Kc_2 \times Kc_3 \times - - -$$

مثال 2-11 :- اذا كان ثابت الاتزان للتفاعل الاتي يساوي 0.36

$$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$$

فما ثابت الاتزان للتفاعلات الاتية عند درجة الحرارة نفسها

$$2NO_{2\,(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4\,(g)}$$

$$\tfrac{1}{2}N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons NO_{2\,(g)}$$

الحـــل :-

ان ثابت الاتزان للمعادلة الاساسية (المقارن بها)

$$Kc_1 = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = 0.36$$

وان المعادلة $2NO_{2\,(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4\,(g)}$ هي عكس المعادلة الاساسية

وبالتالي فأن Kc_2 يساوي مقلوب Kc_1

$$Kc_2 = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

وان المعادلة $\tfrac{1}{2}N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons NO_{2\,(g)}$ هي نفس المعادلة ومضروبة في العدد ½

لذلك فأن ثابت الاتزان هو نفسه ثابت الاتزان للمعادلة الاساسية مرفوع الى اس ½ حسب القاعدة الثانية

$$Kc_3 = (0.36)^{1/2} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

تمرين 2-10 :- للتفاعل الاتي :-

$2NO_{2\,(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4\,(g)}$

ان ثابت الاتزان له $K_P = 0.39$ بدرجة حرارة $227C^\circ$ فما قيمة Kc للتفاعل :-

$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$

بنفس درجة الحرارة

الحـــــل :-

سنعمل على ايجاد قيمة Kc للمعادلة الاساسية ثم نقارن قيمتها مع المعادلة الاخرى وحسب القواعد الثلاثة

$\Delta n_g = \Sigma\, n_g\,(Products) - \Sigma\, n_g\,(Reactants) = 1 - 2 = -1$

$T\,(K) = t\,(C^\circ) + 273 = 227 + 273 = 500\ K$

$K_C = K_P\,(R\,T)^{-\Delta ng}$

$Kc = 0.39 \times (0.082 \times 500)^{-(-1)}$

$Kc = 0.39 \times (0.082 \times 500)^{+1}$

$Kc = 0.39 \times (41)$

$Kc = 15.99 \approx 16$

$Kc_1 = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = 16$

$Kc_2 = \frac{1}{Kc_1} = \frac{1}{16} = 0.0625$

تمرين 2-11 :- للتفاعل الغازي :-

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

بدرجة حرارة معينة وجد ان خليط الاتزان يحتوي على 0.02 M من NH_3 و 0.1 M من N_2 وكذلك H_2

ما ثابت الاتزان للتفاعل :-

$NH_{3\,(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2\,(g)} + ½N_{2\,(g)}$

الحـــــل :

- نلاحظ انه اعطى في السؤال التراكيز عند مرحلة الاتزان للمعادلة الرئيسية لذلك سوف نعمل على ايجاد قيمة ثابت الاتزان Kc عند مرحلة الاتزان ثم نقارنها بالمعادلة الاخرى وحسب القواعد الثلاثة

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

0.1   0.1   0.02



$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

$Kc = \frac{[0.02]^2}{[0.1][0.1]^3}$

$Kc = 4$

$NH_{3\,(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2\,(g)} + ½N_{2\,(g)}$

$Kc_2 = \frac{[N_2]^{½}\,[H_2]^{\frac{3}{2}}}{[NH_3]}$

$Kc_2 = (Kc_1)^{½} = \sqrt{\frac{1}{Kc_1}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \sqrt{0.25} = 0.5$

تمرين 2-13 :- وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية بدرجة حرارة 2000K لكل من التفاعلات الاتية هي

$$\tfrac{1}{2}Br_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}F_{2\,(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} \qquad K_P = 150$$

$$\tfrac{1}{2}Br_{2\,(g)} + \tfrac{3}{2}F_{2\,(g)} \rightleftharpoons BrF_{3\,(g)} \qquad K_P = 2.5$$

احسب ثابت الاتزان Kc للتفاعل :-

$$BrF_{3\,(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} + F_{2\,(g)}$$

الحـــل :-

المعادلة الاولى تبقى كما هي
المعادلة الثانية تقلب

$$\tfrac{1}{2}Br_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}F_{2\,(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} \qquad K_P = 150$$

$$BrF_{3\,(g)} \rightleftharpoons \tfrac{1}{2}Br_{2\,(g)} + \tfrac{3}{2}F_{2\,(g)} \qquad K_P = \frac{1}{2.5} = 0.4$$

$$BrF_{3\,(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} + F_{2\,(g)} \qquad K_p = K_{P1} \times K_{P2}$$

$K_P = 150 \times 0.4 = 60$

$\Delta n_g = \Sigma n_g\,(Products) - \Sigma n_g\,(Reactants) = 2 - 1 = 1$

$K_C = K_P\,(R\,T)^{-\Delta ng} = 60 \times (0.082 \times 2000)^{-1}$

$$Kc = \frac{60}{(0.082 \times 2000)} = \frac{60}{82 \times 2} = \frac{60}{164} = 0.366$$



تمرين 2-12 (مهم) :- وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان 0 فوجد ان المتكون من غاز البروم يساوي 0.2 mol حسب التفاعل الاتي :-

$$2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$$

فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لأناء اخر حجمه 1L الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2mol لكل منهما ؟

الحل :-

اولاً :- نستخرج ثابت الاتزان للتفاعل الاول بالاستفادة من المعلومات المعطاة في السؤال

ثانياً :- نستخرج ثابت الاتزان للتفاعل الثاني بدلالة ثابت الاتزان للتفاعل الاول وحسب القواعد الثلاثة

ثالثاً :- نستخرج تراكيز التفاعل الثاني عند مرحلة الاتزان لأن ثابت الاتزان للتفاعل الثاني اصبح معلوم

$$2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$$

$2HBr$	H_2	Br_2
1	0	0
-2X	+X	+X
1 – 2X	X	X
1-2×0.2=0.6	0.2	0.2

أي ان التراكيز عند الاتزان هي كالاتي :-

$[H_2] = [Br_2] = X = 0.2$ mol

$[HBr] = 1 - 2X = 1 - 2\times0.2 = 1 - 0.4 = 0.6$ mol

$$Kc = \frac{[H_2][Br_2]}{[HB_r]^2} = \frac{(0.2)(0.2)}{(0.6)^2} = \frac{0.04}{0.36} = \frac{1}{9}$$

وان ثابت الاتزان للتفاعل الثاني { $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$ } يكون

$$Kc_2 = \frac{1}{Kc_1} = \frac{1}{0.11} = 9$$

$$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$$

H_2	Br_2	$2HBr$
2	2	0
-X	-X	+2X
2-X	2-X	2X

$$Kc_2 = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$9 = \frac{(2X)^2}{(2-X)(2-X)} = \frac{(2X)^2}{(2-X)^2}$$

بجذر طرفي المعادلة

$$3 = \frac{2X}{2-X}$$

طرفين × وسطين

$2X = 6 - 3X$

$2X + 3X = 6$

$5X = 6$

البعيد على القريب

$X = \frac{6}{5}$

$X = 1.2$

وبما اننا نريد حساب كمية (HBr) الناتجة عند الاتزان والتي تساوي (2X)

$[HBr] = 2 \times 1.2 = 2.4$ mol/L

حاصـــــــــــل التفاعـــــــــل (مهم جداً جداً)

حاصل التفاعل (Q) :- قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصول التفاعل الى حالة الاتزان ويعبر عن حاصل التفاعل بنفس العلاقة المستعملة للتعبير عن ثابت الاتزان ولكن لحاصل التفاعل لا تكون التراكيز المستخدمة بالضرورة هي قيم التراكيز عند حالة الاتزان

- **مهــم جــداً جــداً** :- يجب ان تعلم مايلي:-

اولاً :- ان **حاصل التفاعل** (Q) يستخرج في لحظة ما من لحظات التفاعل لتحديد اتجاه سير التفاعل هل هو امامي ام خلفي

ثانياً :- **اننا نستخرج** حاصل التفاعل اذا توافر لدينا (قيم التراكيز لجميع المواد المتفاعلة والناتجة)

ثالثاً :- ان **حاصل التفاعل (Q)** له نفس قانون ثابت الاتزان **وبعد ان نستخرج قيمة حاصل التفاعل (Q) نقوم بمقارنتها بقيمة ثابت الاتزان (K_C)** ويحدد اتجاه سير التفاعل كالأتي :-

1- اذا كان $K_C = Q$ **فأن التفاعل** يكون في حالة اتزان

2- اذا كان Q اكبر من K_C أي ($Q > K_C$) فأن تركيز النواتج اكبر من تراكيز المتفاعلات ولوصول التفاعل الى **حالة الاتزان يجب** ان يسير التفاعل من اليمين (النواتج) الى اليسار (المتفاعلات)

3- اذا كان Q اصغر من K_C أي ($Q < K_C$) فأن تراكيز المتفاعلات اكبر من تراكيز النواتج ولوصول التفاعل الى حالة **الاتزان يجب** ان يسير التفاعل من اليسار (المتفاعلات) الى اليمين (النواتج)

مثال 2-12 :- ثابت الاتزان للتفاعل :-

$$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$$

عند $500C^{\circ}$ هو 0.06 ادرس الحالات الاتية وقرر اتجاه سير التفاعل (علماً التراكيز معبر عنها بوحدة mol/L)

[H_2]	[N_2]	[NH_3]	
0.002	0.00001	0.001	(1)
0.354	0.000015	0.0002	(2)
0.01	5.00	0.0001	(3)

الحــــــــــــــــــــل :

-

سوف نستخرج قيمة حاصل التفاعل Q ونقارنها مع قيمة ثابت الاتزان Kc **لتحديد اتجاه سير التفاعل**

(1)

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3\,(0.00001)} = 12.5 \times 10^5$$

وحيث ان قيمة $Q = 12.5 \times 10^5$ وهي اكبر من قيمة $Kc = 0.06$ فأن التفاعل يجب ان يسير **بالاتجاه الخلفي** أي ان النظام ينزاح نحو اليسار (بأتجاه المتفاعلات) الى ان يصل التفاعل الى حالة اتزان **جديدة**

(2)

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0002)^2}{(0.354)^3\,(0.000015)} = 0.06$$

قيمة $Kc = Q$ أذن ان التفاعل في حالة اتزان والتراكيز هي تراكيز اتزان ثابتة

(3)

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3\,(5.00)} = 0.002$$

قيمة Q اصغر من قيمة Kc اذن التفاعل غير متزن ويجب ان يسير بالاتجاه الامامي 0 أي :- ان النظام ينزاح نحو اليمين (بأتجاه النواتج) الى ان يصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة

تمرين 2-14 :- للتفاعل الغازي

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

ثابت الاتزان له Kc يساوي 9

1- هل ان مزيج مكون من 2 mol من كل من الغازات NH_3 , H_2 , N_2 في وعاء مغلق حجمه 1L يمثل حالة اتزان

2- لو افترضنا ان المزيج غير متزن , ما حجم الاناء اللازم لجعله متزناً ؟

الحـــــــل :-

(1)

بما ان ثابت الاتزان متوفر = 9 والتراكيز للغازات عند الاتزان متوفرة وجميعها = 2 mol

أذن نستخرج حاصل التفاعل ثم نقارنه مع قيمة الـ Kc لمعرفة هل ان المزيج يمثل حالة اتزان أم لا

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

2mol 2mol 2mol

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]}$$

$$Q = \frac{[2]^2}{[2][2]^3} = \frac{4}{2\times8} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4} = 0.25$$

التفاعل غير متزن وذلك لأن قيمة Q = 0.25 وهي اصغر من قيمة Kc = 9 ولاتساويها

(2)

نفرض ان حجم الاناء = V

$$M\,(mol/L) = \frac{n\,(mol)}{V\,(L)} = \frac{2}{V}\ mol/L$$

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

$\frac{2}{V}$ $\frac{2}{V}$ $\frac{2}{V}$

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]}$$

$$9 = \frac{[\frac{2}{V}]^2}{[\frac{2}{V}][\frac{2}{V}]^3}$$

$$9 = [\frac{2}{V}]^2 \times [\frac{V}{2}]^3 \times [\frac{V}{2}]$$

$$9 = \frac{4}{V^2} \times \frac{V^3}{8} \times \frac{V}{2}$$

$$9 = \frac{V^2}{4}$$

$V^2 = 36$

$V = 6\ L$

تمرين 2 -15 (مهم) :- في اناء حجمه 2L سخن 1.4 mol من مزيج من الغازات H_2 , Br_2 , HBr الى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل الى حالة الاتزان 0 فأذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2 , Br_2 بدلالة الضغوط الجزيئية K_P يساوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الاناء عند الاتزان ؟

الحل :-

اولاً :-نعمل على استخراج قيمة Kc من التفاعل الثاني لمعرفة قيمة Kc للتفاعل الاول بالاعتماد على القواعد الثلاثة

$$\tfrac{1}{2} H_2 + \tfrac{1}{2} Br_2 \rightleftharpoons HBr \qquad K_P = 0.25$$

$$\Delta n_g = \Sigma n_g \text{ (Products)} - \Sigma n_g \text{ (Reactants)} = 1 - 1 = 0$$

$$Kc = K_P$$

$$\tfrac{1}{2} H_2 + \tfrac{1}{2} Br_2 \rightleftharpoons HBr \qquad Kc = 0.25$$

أذن نستطيع استخراج قيمة Kc للتفاعل الاول

$$H_{2\,(g)} + Br_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \qquad Kc_2 = ?$$

$$Kc_2 = (Kc_1)^2 = (0.25)^2 = 0.0625$$

والان نقسم عدد المولات على الحجم لأيجاد التراكيز المولارية للمواد في التفاعل الاول

$$M\text{ (mol/L)} = \frac{n\text{ (mol)}}{V\text{ (L)}} = \frac{1.4\text{ mol}}{2\text{ L}} = 0.7\text{ mol/L}$$

ثانياً :- بعد ان استخرجنا Kc والتراكيز للتفاعل الاول أذن سوف نستخرج قيمة حاصل التفاعل Q لتحديد اتجاه التفاعل ومن ثم استخراج عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الاناء عند الاتزان

$H_{2\,(g)}$	+ $Br_{2\,(g)}$	$\rightleftharpoons$ $2HBr_{(g)}$	
0.7	0.7	0.7	Kc = 0.0625

$$Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} = \frac{(0.7)^2}{(0.7)(0.7)} = 1$$

بما قيمة Q = 1 وهي اكبر من قيمة Kc = 0.0625 أذن يتجه التفاعل نحو المتفاعلات للوصول الى حالة الاتزان

$H_{2\,(g)}$	+ $Br_{2\,(g)}$	$\rightleftharpoons$ $2HBr_{(g)}$
0.7	0.7	0.7
+X	+X	- 2X
0.7+X	0.7+X	0.7-2X

$$Kc = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$0.0625 = \frac{[0.7-2X]^2}{(0.7+X)(0.7+X)} = \frac{[0.7-2X]^2}{(0.7+X)^2}$$

بالجذر التربيعي الطرفين

$$0.25 = \frac{0.7-2X}{0.7+X}$$

حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين

$$0.7 - 2X = 0.175 + 0.25X$$

$$0.700 - 0.175 = 2X + 0.25X$$

$$0.525 = 2.25X$$

البعيد على القريب

$$X = \frac{0.525}{2.25} = 0.233$$

$$[HBr] = 0.7 - 2X = 0.7 - 2\times0.233 = 0.234\text{ mol/L}$$

$$[H_2] = [Br_2] = 0.7 + X = 0.7 + 0.233 = 0.933\text{ mol/L}$$

$n\ HBr = 2 \times 0.234 = 0.468\ mol$

$n\ H_2 = 2 \times 0.933 = 1.866\ mol$

$n\ Br_2 = 2 \times 0.933 = 1.866\ mol$

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وقيمة حاصل التفاعل Q

لو كان لدينا التفاعل الاتي :-

$$a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$$

ترتبط الطاقة الحرة غير القياسية ΔG مع الطاقة الحرة القياسية ΔG° لهذا التفاعل بالعلاقة الاتية :-

$$\Delta G = \Delta G^\circ + R\ T\ In \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

حيث :-

R ثابت الغازات = $8.314\ J/K.mol$

T درجة الحرارة بالكلفن

ومن تعريف حاصل التفاعل يمكن كتابة المعادلة اعلاه بالصورة :-

$$\Delta G = \Delta G^\circ + R\ T\ InQ$$

وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان فأن :-

قيمة الطاقة الحرة ΔG = صفر وايظاً **حاصل التفاعل Q** = ثابت الاتزان K_{eq} فأن المعادلة اعلاه تصبح بالصورة :-

$$\boxed{\Delta G^\circ = -\,R\ T\ In\ K_{eq}}$$

ويمكن ان يكون K_{eq} عبارة عن (K_P أو K_C)

ملاحظات مساعدة في الحلول :-

اولاً :- عند استخدام العلاقة { $\Delta G^\circ = -\,R\ T\ In\ K_{eq}$ } قد نحتاج الى استخدام العلاقة :-

$\Delta G_r^\circ = \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\ (Products) - \Sigma\, n\, \Delta G_f^\circ\ (Reactants)$ -1

ويجب ان لاتنسى ان :- ΔG_f° للعنصر الحر بأثبت صورة = صفر

ثانياً :- استخراج درجة الحرارة بالكلفن

$T\ (K) = t\ (C^\circ) + 273$

ثالثاً :- اذا اعطيت وحدة ΔG° بالكيلو جول KJ فأننا نحولها الى الجول J وذلك بالعلاقة الاتية :-

$\Delta G^\circ\ (J) = \Delta G^\circ\ (KJ) \times \frac{1000\,J}{1\,KJ}$

رابعاً :- نطبق القانون

$\Delta G^\circ = -\,R\ T\ In\ K_{eq}$

اذا كانت قيمة ΔG° سالبة :- فالتفاعل يجري بشكل تلقائي من المتفاعلات الى النواتج

اذا كانت قيمة ΔG° موجبة :- فالتفاعل لايجري بشكل تلقائي وانما يحدث التفاعل الانعكاسي أي تتحول النواتج الى متفاعلات تلقائياً

اذا كانت قيمة ΔG° تساوي صفر :- فالتفاعل في حالة اتزان

مثال 2-13 :- اذا علمت ان ΔG° للتفاعل التالي تساوي $\Delta G^\circ = -104\ KJ/mol$ عند $25C^\circ$ وضغط 1 atm

$$CCL_{4\,(L)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons HCL_{(g)} + CHCL_{3\,(L)}$$

احسب ثابت الاتزان K_{eq} عند الظروف نفسها

الحـــــل :-

نحول درجة الحرارة من السيليزي الى الكلفن

$$T(K) = t(C^\circ) + 273 = 25\ C^\circ + 273 = 298\ K$$

نحول وحدات ΔG° من الكيلو جول الى الجول

$$\Delta G^\circ (J/mol) = \Delta G^\circ (KJ/mol) \times \frac{1000\ J}{1\ KJ}$$

$$\Delta G^\circ (J/mol) = -104\ (KJ/mol) \times \frac{1000\ J}{1\ KJ}$$

$$\Delta G^\circ = -104000\ J/mol$$

والان نستطيع تطبيق العلاقة $\{ \Delta G^\circ = -R\,T\,In\,K_{eq} \}$

$$\Delta G^\circ = -R\,T\,In\,K_{eq}$$

$$-104000\ J/mol = -\{8.314\ (J/K.mol) \times 298\ (K) \times In\,K_{eq}\}$$

$$In\,K_{eq} = \frac{-104000\ J/mol}{-\{8.314\ (J/K.mol) \times 298\ (K)\}} = \frac{-104000\ J/mol}{-2477.572\ (J/mol)} = 41.97658 \approx 42$$

$$In\,K_{eq} = 42$$

$$K_{eq} = 1.7 \times 10^{18}$$

تمرين 2-16 :- احسب ثابت الاتزان K_P للتفاعل الاتي عند درجة حرارة $25C^\circ$ وضغط 1 atm

$$2\,H_2O_{(L)} \rightleftharpoons 2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$$

اذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية لتكوين الماء هي :-

$$\Delta G_f^\circ \{H_2O_{(L)}\} = -237\ KJ/mol$$

وبين هل يحدث التفاعل تلقائياً في درجة حرارة $25C^\circ$

الحـــــل :-

$$\Delta G^\circ = \Sigma\,\Delta G_f^\circ\,(Products) - \Sigma\,\Delta G_f^\circ\,(Reactats)$$

$$\Delta G^\circ = \{2\times\Delta G_f^\circ\,H_2 + \Delta G_f^\circ\,O_2\} - \{2\times\Delta G_f^\circ\,H_2O\}$$

$$\Delta G^\circ = \{0\} - \{-237 \times 2\} = +474\ KJ$$

$$\Delta G^\circ (J) = 474\ KJ \times \frac{1000\ J}{1\ KJ}$$

$$\Delta G^\circ = 474000\ J$$

$$\Delta G^\circ = -RT\,In\,K_{eq}$$

$$474000 = -\{(8.314\ J/K.mol) \times (298\ K) \times (In\,K_{eq})\}$$

$$In\,K_{eq} = \frac{474000}{-2477.57} = -191.3$$

$$K_{eq} = 1.2 \times 10^{-85}$$

قاعدة لو شاتليه :- اذا أثر مؤثر خارجي مثل تغير التراكيز او الحجم او الضغط او الحرارة على تفاعل ما في حالة الاتزان 0 فأن هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان وعلى ثابت الاتزان

(مهمة جداً تتكرر دائماً في الوزاري)

ملاحظة مهمة جداً :- (انتبه لها دائماً)

((قيمة ثابت الاتزان ثابتة لا تتأثر ولا تتغير عند تغير التركيز او الضغط وتتغير فقط بتغير درجة الحرارة))

انتبه :- ان اضافة او سحب مادة في حالتها الصلبة (S) او السائلة (L) لايؤثر على موضع الاتزان

اولاً :- تأثير التغير في تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة على موضع الاتزان

1- عند الاضافة للنواتج فان التفاعل ينزاح نحو اليسار أي بأتجاه المتفاعلات
2- عند الاضافة الى المتفاعلات فأن التفاعل نحو اليمين أي بأتجاه النواتج
3- عند السحب من النواتج فأن التفاعل ينزاح بأتجاه النواتج أي نحو اليمين
4- عند السحب من المتفاعلات فأن التفاعل ينزاح بأتجاه المتفاعلات أي نحو اليسار

مهم جداً :- قيمة ثابت الاتزان (لا تتأثر ولا تتغير) عند التغير في تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة

ثانياً :- تأثير الضغط او حجم اناء التفاعل على موضع الاتزان

1- زيادة الضغط (او نقصان الحجم) ينزاح التفاعل بأتجاه عدد المولات الغازية الاقل
2- نقصان الضغط (او زيادة الحجم) ينزاح التفاعل بأتجاه عدد المولات الغازية الاكثر

مهم جداً :- قيمة ثابت الاتزان (لا تتأثر ولا تتغير) عند التغير في الضغط او حجم اناء التفاعل

ملاحظات مهمة :- (ستفيدك في الفراغات والتعاليل و ـــ)

1- ان Δn_g تحسب للغازات فقط 0 يعني اذا ($L , S , aq = 0$)
2- اذا كانت Δn_g = صفر (أي عدد مولات النواتج = عدد مولات المتفاعلات) فأن موضع الاتزان لايتأثر
3- اذا (رقم + = Δng) (يعني ان المولات الغازية للنواتج اكبر من المولات الغازية للمتفاعلات)
4- اذا (رقم - = Δng) (يعني ان المولات الغازية للمتفاعلات اكبر من المولات الغازية للنواتج)

ثالثاً :- تأثير اضافة العامل المساعد

ان العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان بل يؤثر فقط على طاقة التنشيط

رابعاً :- تأثير درجة الحرارة :-

قبل ان تبين تأثير التغير بدرجات الحرارة على موضع الاتزان او ثابت الاتزان
يجب ان تحدد هل ان التفاعل باعث ام ماص للحرارة وحسب مايأتي :-

التفاعل باعث :- 1- اذا ذكر باعث 2- ($\Delta H = -$) 3- الطاقة (Energy) بطرف النواتج كلمة او رقم
التفاعل ماص :- 1- اذا ذكر ماص 2- ($\Delta H = +$) 3- الطاقة (Energy) بطرف المتفاعلات كلمة او رقم

يمكن ان يوجز تأثير درجة الحرارة من خلال الجدول المبسط الاتي :-

العامل المؤثر	نوع التفاعل	حالة الاتزان	قيمة ثابت الاتزان
زيادة درجة الحرارة	باعث للحرارة	ينزاح الاتزان للمتفاعلات	تقل قيمة ثابت الاتزان
خفض درجة الحرارة	باعث للحرارة	ينزاح الاتزان للنواتج	تزداد قيمة ثابت الاتزان
زيادة درجة الحرارة	ماص للحرارة	ينزاح الاتزان نحو للنواتج	تزداد قيمة ثابت الاتزان
خفض درجة الحرارة	ماص للحرارة	ينزاح الاتزان للمتفاعلات	تقل قيمة ثابت الاتزان

مثال 2-11 :- للتفاعل المتزن الاتي :-

$$2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$$

ΔH للتفاعل تساوي 181 KJ- عند درجة حرارة 298 K وان قيمة K_P للتفاعل تساوي 3.2×10^{20}
بين هل ان قيمة K_P عند 500 K اكبر ام اقل من قيمتها عند 298 K للتفاعل نفسه ؟

الحـــــل :-

ان هذا التفاعل باعث للحرارة (لأن اشارة ΔH سالبة)
فعند زيادة درجة الحرارة من 298 K الى 500 K فأن التفاعل يتجه نحو اليسار
وذلك للتخلص من الفائض في درجة الحرارة وبالتالي تقل تراكيز النواتج عند الاتزان وتزداد تراكيز المتفاعلات
وبالتالي تقل قيمة K_P لهذا التفاعل عند درجة حرارة 500 K

تمرين 2-17 :- للتفاعل المتزن الاتي :-

$$2BrF_{5(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 5F_{2(g)}$$

وان قيمة ΔH للتفاعل تساوي 858 KJ عند درجة حرارة 1000 K وان K_P للتفاعل تساوي 7.4×10^{-16}
بين هل قيمة K_P عند 1500 K للتفاعل اكبر ام اقل من قيمتها عند 1000 K للتفاعل نفسه ؟

الحـــــل :-

ان هذا التفاعل ماص للحرارة (لأن قيمة ΔH موجبة)
وعند رفع درجة الحرارة من 1000 K الى 1500 K فأن التفاعل سوف ينحرف الى اليمين
وذلك للتخلص من
الفائض في درجة الحرارة
وبالتالي تزداد تراكيز النواتج عند الاتزان وتقل تراكيز المتفاعلات
وبالتالي تزداد قيمة KP لهذا التفاعل بدرجة حرارة 1500 K

تمرين 2-18 :- للتفاعل المتزن الاتي :-   وزاري 2014 الدور الاول

$$3\,O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,O_{3(g)} \qquad \Delta H = 428\ KJ/mol$$

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان ؟

1- زيادة الضغط على التفاعل وذلك بأنقاص حجم الاناء ؟
الحل :- عند زيادة الضغط فأن التفاعل ينزاح بأتجاه النواتج وان قيمة ثابت الاتزان لا تتأثر
2- زيادة الضغط بأتجاه بأضافة مزيد من O_2 الى النظام ؟
الحل :- ان اضافة مزيد من O_2 ينزاح بأتجاه النواتج وان قيمة ثابت الاتزان لا تتأثر
3- خفض درجة الحرارة
الحل :- عند خفض درجة الحرارة فأن الاتزان سوف ينزاح بأتجاه المتفاعلات وان قيمة ثابت الاتزان تقل
4- أضافة العامل المساعد
الحل :- ان اضافة العامل المساعد سوف لايؤثر في حالة الاتزان ولا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان

تمرين 2-19 :- يصل مزيج الغازات C_2H_4 , H_2 , C_2H_6 الموضوعة بوعاء مغلق عند $25C^\circ$ الى حالة الاتزان للتفاعل

$$C_2H_{4\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6\,(g)} + 137\ KJ/mol$$

صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل ؟

الحـــــــــــل :-

للحصول على كميات اكبر من الايثان C_2H_6 يجب اتباع الخطوات الاتية :-

1- اذا تم المحافظة على تركيز غازي C_2H_4 , H_2 عالي دائماً وبشكل مستمر
2- سحب غاز C_2H_6 بمجرد تكونه وبشكل مستمر من خليط الاتزان
3- التحكم بدرجة الحرارة بحيث لاترتفع عن المعدل المطلوب لأن التفاعل باعث للحرارة يجب التبريد المستمر للتفاعل
4- اضافة عامل مساعد للوصول الى حالة الاتزان بسرعة اكبر (هذه الحالة تكون قبل ان يصل التفاعل الى الاتزان)
5- زيادة الضغط على اناء التفاعل او تقليل حجمه

حلــــول اسئلــــة الفصــــل الثانــــي

السؤال (2-1) :- املأ الفراغات الاتية بما يناسبها **(سؤال مهم جداً)**

1- في التفاعل المتزن الاتي :-

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92\ KJ$

فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد **النــاتجــة**

2- اذا كانت قيمة ثابت الاتزان Kc لنظام متزن عند $500C°$ تساوي 2×10^{-15} وقيمته عند $200C°$ تساوي 4×10^{-12} فأن ذلك يدل على ان التفاعل **باعــث** للحرارة

3- في التفاعل المتزن الاتي :-

$CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) + 127\ KJ$

عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فأن حرارة التفاعل **ترتــفـــع**

4- في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند **رفــع (زيـــادة)** درجة الحرارة

5- في التفاعل المتزن :-

$CO_2(g) + C(S) \rightleftharpoons 2CO(g)$

فأن **خفض (تقليل)** الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2

6- في التفاعل المتزن :-

$N_2(g) + O_2(g) + 180\ KJ \rightleftharpoons 2NO(g)$

فأن رفع درجة الحرارة لأناء التفاعل يعمل **خفـض** على قيمة Kc للتفاعل

7- التغير بـ **الضـغـط** لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الاتي :-

$N_2(g) + O_2(g) + 180\ KJ \rightleftharpoons 2NO(g)$

8- للتفاعل المتزن :-

$Cl_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HCL(g) + Energy$

يمكن زيادة تركيز HCL الناتج عند **خفض (تقليل)** الحرارة للتفاعل

9- في التفاعل المتزن :-

$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة K_P للتفاعل 3 = والضغط الجزيئي لغاز NO_2 يساوي 3 atm فأن الضغط الجزيئي لغاز N_2O_4 يساوي **3 atm**

10 – في التفاعل المتزن الاتي :-

$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + 6H_2O(L)$

بدرجة حرارة معينة وجد Kc للتفاعل = 1×10^{28} فأن هذا يدل على ان الاتزان يقع في اتجاه تكوين **المواد الناتجة**

11 – عندما تكون قيمة K_P اصغر من قيمة Kc فأن مجموع عدد المولات المواد المتفاعلة **اكبـــر** من مجموع عدد مولات المواد الناتجة

12- اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الاتزان Kc للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد **الناتجـــة**

13- عند زيادة الضغط الكلي على حالة الاتزان لتفاعل فيه عدد مولات الغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فأن موضع الاتزان ينحرف بأتجاه **المتفاعلات**

14 – العلاقة بين ثابت الاتزان Kc وتراكيز النواتج علاقة **طرديـــة**

15- تقليل الضغط في خليط متزن $(\Delta n_g = -1)$ فالتفاعل ينزاح نحو **المتفاعلات** وثابت الاتزان Kc **لايتأثر**

16- تفاعل متزن ثابت اتزانه $Kc = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فأن ثابت الاتزان **لايتأثر**

17- عندما Δng = **صفـــر** لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان

18- يترجح التفاعل **الخلفـــي** لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل

19- في التفاعلات الماصة للحرارة والتي في حالة اتزان تزداد تراكيزالمواد الناتجة عند **زيادة** درجة الحرارة

20- في تفاعل متزن وجد ان $Kc = \frac{K_p}{RT}$ مايدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل **اكبــــر** من مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة

السؤال2-3 :- **علل مايأتي**:- (مهم جداَجداَ)

1- زيادة حجم اناء تفاعل غازي Δn_g (Products) < Δn_g (Reactants) يؤدي الى خفض المنتوج

الحل :- **عند زيادة** حجم الاناء يتجه التفاعل نحو عدد المولات الاكبر والتي هي في هذا التفاعل عدد مولات المواد المتفاعلة لذلك سيقل كمية المنتوج

2- التفاعل الافتراضي المتزن :- $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} +$ طاقة لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط

الحل :- عند زيادة **الضغط يتجه التفاعل** المتزن الى المولات الاقل ولأن في هذا التفاعل عدد مولات النواتج والمتفاعلات **متساوي لذا لن** يتأثر موضع الاتزان بزيادة الضغط 0 لن تتغير حرارة التفاعل حيث ان كمية الحرارة **المفقودة تساوي كمية** الحرارة المكتسبة

3- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً ؟

الحل :- ثابت الاتزان يمثل **النسبة بين تراكيز** المواد الناتجة وتراكيز المواد المتفاعلة عند الاتزان مرفوعة الى اس يمثل عدد مولاتها ولأن **التفاعلات غير انعكاسية** يكون احد او جميع تراكيز المواد المتفاعلة = صفر لأنها تستهلك تماماً لذا فالكمية **الناتجة تكون كبيرة** جداً لذا تكون قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً .

4- ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $Kc = 0.3$ و $Q = 1$ ؟

الحل :- لأن قيمة Q اكبر من قيمة Kc **فالتفاعل سيتجه** نحو المتفاعلات (الخلفي) 0 ولأن التفاعل ماص للحرارة فالتفاعل الخلفي باعث للحرارة **0 أي تصبح** كمية الحرارة المنبعثة بالاتجاه الخلفي اكبر من كمية الحرارة الممتصة بالاتجاه الامامي **وتسبب ارتفاع حرارة التفاعل** لذا سترتفع حرارة التفاعل.

5- يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل ؟

الحل :- انخفاض قيمة Kc تعني انخفاض تراكيز النواتج **وزيادة تراكيز المواد** المتفاعلة ويعني التفاعل اتجه نحو الخلف ، ونستنتج ان التفاعل الخلفي ماص للحرارة **والامامي باعث للحرارة لذا يعد** التفاعل باعثاً للحرارة

6- قيمة Kc تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة ؟

الحل :- عند رفع درجة الحرارة فالتفاعل يتجه نحو الماص للتقليل من الفائض **بدرجة الحرارة** ، أي سيتجه التفاعل نحو الامام ، لذا تزداد النواتج ، **ولأن** Kc قيمته تتناسب طردياً مع **تراكيز النواتج لذا تزداد** قيمة Kc

7- زيادة الضغط الكلي على خليط متوازن ($\Delta n_g = +1$) فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات ؟

الحل :- Δng قيمتها موجبة فهذا يعني عدد مولات النواتج في المعادلة اكبر من عدد **مولات المواد** المتفاعلة وعند زيادة الضغط يتجه التفاعل نحو عدد **المولات** الاقل ، لذا فأنه يتجه نحو المواد **المتفاعلة 0**

8- تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تضهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة ؟

الحل :- التفاعلات التي تتوقف هي التفاعلات التامة ، لأنه يحدث استهلاك تام لأحد او جميع **المواد المتفاعلة** ، اما التي تضهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات مستمرة بكلا الاتجاهين ووصلت الى الاتزان واصبحت التراكيز ثابتة

9- في التفاعل المتزن الاتي :- $SO_2CL_{2\,(g)} + Energy \rightleftharpoons SO_{2\,(g)} + CL_{2\,(g)}$

ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان ؟

الحل :-عند اضافة SO_2 تزداد تراكيز النواتج فتبدأ بالتخلص من الفائض بتحويل قسم من تراكيزها الى CL_2 ، SO_2 أي ينزاح التفاعل نحو الخلف ولأن **التفاعل** ماص للحرارة فالخلفي باعث للحرارة أي انها تنتج حرارة ، تصبح كمية الحرارة المنبعثة بالاتجاه **الخلفي اكبر** من كمية الحرارة الممتصة بالاتجاه الامامي لذا ترتفع حرارة التفاعل

السؤال 2-5 :- للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟

1- عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن

ج :- ينحرف الاتزان بأتجاه النواتج (الامامي)

عند زيادة الضغط يكون الانحراف بأتجاه الطرف الذي يحوي عدد مولات غازية اقل

2- رفع درجة حرارة اناء التفاعل

ج :- ينحرف الاتزان بالاتجاه الخلفي (الماص للحرارة)

التفاعل باعث للحرارة فعند رفع درجة الحرارة يتجه بالاتجاه الماص للحرارة (الخفي)

3- سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان

ج :- ينحرف الاتزان بالاتجاه الامامي (النواتج)

عند السحب من النواتج يتجه بأتجاه النواتج

السؤال 2-6 :- التفاعل الغازي المتزن الاتي :- وزاري

$$PCL_{5\,(g)} \rightleftharpoons PCL_{3\,(g)} + CL_{2\,(g)}$$

انثالبي التفاعل تساوي (92.5 KJ/mol) ماتأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وعلى ثابت الاتزان ؟

1- خفض درجة الحرارة ؟

الحل :- حالة الاتزان : ينزاح بأتجاه التفاعل الباعث للحرارة أي نحو الخلف 0وثابت الاتزان : تقل قيمته

2- اضافة زيادة من CL_2 الى خليط الاتزان ؟

الحل :- حالة الاتزان : يزداد تركيز النواتج لذا يتخلص التفاعل من الفائض بتحويل قسم من النواتج الى متفاعلات لذا ينزاح نحو الخلف 0 وثابت الاتزان : لاتتأثر قيمته 0

3- سحب PCL_3 من خليط الاتزان ؟

الحل : حالة الاتزان : تقل تراكيز النواتج لذا قسم من PCL_5 يتفكك لتعويض هذا النقص لذا ينزاح التفاعل نحوالامام وثابت الاتزان : لاتتأثر قيمته

4- زيادة الضغط على خليط الاتزان ؟

الحل :- حالة الاتزان : ينزاح التفاعل نحو المولات الاقل لذا ينزاح نحو الخلف 0 وثابت الاتزان : لاتتأثر قيمته

5- اضافة عامل مساعد ؟

الحل :- يصل التفاعل بزمن اقل الى حالة الاتزان ولكن لايتأثر موضع الاتزان 0 وثابت الاتزان : لاتتأثر قيمته

السؤال 2-8 :- هل يؤدي رفع درجة حرارة أي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ؟ اذا كانت اجابتك

بالنفي فما التفاعلات التي تؤدي او لاتؤدي الى زيادة النواتج ؟ بين ذلك مع ذكر الامثلة ؟

الحل :- لايؤدي رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تركيز النواتج ومن امثلة ذلك :-

1- التفاعلات التي تؤدي الى رفع درجة الحرارة الى زيادة تراكيز النواتج هي التفاعلات التي قيمة الانثالبي لها موجبة حيث تستخدم المتفاعلات الحرارة الفائضة لغرض تكوين النواتج فيزداد تركيز المواد الناتجة

التفاعلات التي لايؤدي رفع درجة الحرارة الى زيادة تراكيز النواتج هي التفاعلات التي قيمة الانثالبي لها سالبة حيث تستخدم النواتج الحرارة الفائضة لغرض تكوين المتفاعلات فيقل تركيز المواد الناتجة

السؤال2-7 :- التفاعل المتزن الاتي :-

$$2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3\,(g)}$$

انثالبي التفاعل تساوي ($-198.2\ KJ$) ماذا يحدث لتراكيز SO_2 و O_2 و SO_3 عند الاتزان بعد :-

1- زيادة درجة حرارة للتفاعل
2- خفض الضغط المسلط على التفاعل
3- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان
4- أضافة عامل مساعد

الحل :-

العامـــل	[SO_2]	[O_2]	[SO_3]
1- زيادة درجة الحرارة	يزداد تركيـــزه	يزداد تركيـــزه	يقل تركيـــزه
2- خفض الضغط المسلط على التفاعل	يزداد تركيـــزه	يزداد تركيـــزه	يقل تركيـــزه
3- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان	يقل تركيـــزه	يقل تركيـــزه	يزداد تركيـــزه

السؤال 2-9 :- التفاعل الاتي المتزن الباعث للحرارة :-

$$2PbS_{(s)} + 3O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2PbO_{(s)} + 2SO_{2\,(g)}$$

وضح تأثير كل من العوامل الاتية على **حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان**

1- خفض الضغط المسلط على التفاعل

ج :- ينحرف بالاتجاه الخلفي (المتفاعلات) **لأنه يحوي عدد** مولات غازية اكثر – ولا تتأثر قيمة ثابت الاتزان

2- تبريد اناء التفاعل

ج :- يتجه بالاتجاه الامامي الباعث للحرارة (النواتج) – **تزداد** قيمة ثابت الاتزان

السؤال 2-10 :- التفاعل الاتي الماص للحرارة :-

$$CaCO_{3\,(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2\,(g)}$$

ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند الاتي :-

العامـــل	حالـــة الاتـــزان
1- تقليل حجم الاناء	ينزاح التفاعل بأتجاه عدد المولات الاقل لذلك ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي
2- اضافة مزيد من CaO لخليط الاتزان	لايؤثر على حالة الاتزان (مادة صلبة)
3- سحب جزء من $CaCO_3$ من خليط الاتزان	لايؤثر على حالة الاتزان (مادة صلبة)
4- اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الاتزان	ينزاح التفاعل بأتجاه المتفاعلات (اتجاه الخلفي)
5- زيادة درجة الحرارة	يتم التخلص من الفائض بدرجة الحرارة بأنزياح التفاعل المتزن بأتجاه الماص للحرارة لذا ينزاح بالاتجاه الامامي

السؤال 2-11 :- :- عند تسخين غاز $NOCL$ النقي الى درجة حرارة $240C°$ في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة :-

$$2NOCL_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + CL_{2(g)}$$

وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي ($1\ atm$) والضغط الجزيئي لغاز $NOCL$ يساوي ($0.64\ atm$) أحسب :-

1- الضغوط الجزيئية لكل من غازي CL_2 و NO عند الاتزان

2- ثابت الاتزان Kc عند نفس درجة الحرارة

وزاري
ورد في 2013 الدور الاول
وايضاً 2014 الدور الثاني

الحـــــــــــل :-

$$2NOCL_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + CL_{2(g)}$$

$A\ atm$	0	0
$-2X$	$+2X$	$+X$
$A-2X$	$2X$	X

نستطيع استخراج ضغوط غازي CL_2 و NO عند الاتزان بسهولة وذلك لأنه اعطى الضغط الكلي لمزيج الاتزان وهو يساوي ($1\ atm$) واعطى ضغط NOCL والذي هو نفسه $A-2X$ والذي يساوي $0.64\ atm$

اذن نطبق قانون دالتون للضغوط الجزيئية

$$P_T = P_{NOCL} + P_{NO} + P_{CL_2}$$

$$1 = 0.64 + 2X + X$$

$$1 - 0.64 = 2X + X$$

$$0.36 = 3X$$

$$X = \frac{0.36}{3}$$

$$X = 0.12\ atm$$

$$P_{NO} = 2X = 2 \times 0.12 = 0.24\ atm$$

$$P_{CL_2} = X = 0.12\ atm$$

ولأستخراج ثابت الاتزان Kc يجب ان نستخرج K_P ثم نطبق $K_c = K_P\ (R\ T)^{-\Delta ng}$

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 \times P_{CL_2}^1}{P_{NOCL}^2} = \frac{(0.24)^2 \times (0.12)}{(0.64)^2} = 16.9 \times 10^{-3}$$

بعد ان استخرجنا K_P بنبدأ بتهيئة T و Δng لتطبيق القانون $K_c = K_P\ (R\ T)^{-\Delta ng}$

$$\Delta n_g = 3 - 2 = 1$$

$$T(K) = 273 + 240 = 513K$$

$$K_c = K_P\ (R\ T)^{-\Delta ng}$$

$$K_c = 16.9 \times 10^{-3}\ (0.082 \times 513)^{-1}$$

$$K_c = \frac{16.9 \times 10^{-3}}{0.082 \times 513}$$

$$K_c = 4 \times 10^{-4}$$

السؤال 2-12 :- التفاعل الاتي يجري بدون عامل مساعد $N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$
وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزيئية
$P\,NO_2 = 1.56\ atm$ و $P\,N_2O_4 = 0.377\ atm$ عند درجة حرارة $100C°$ احسب :-
1- K_P و K_c للتفاعل
2- ماذا يحدث للضغوط الجزيئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد

الحـــــــــل :-

$K_P = \frac{P^2_{NO_2}}{P^1_{N_2O_4}} = \frac{(1.56)^2}{(0.377)} = 6.46$

$\Delta n_g = \Sigma n_g\ (Products)\ \Sigma n_g\ (Reactants)$

$\Delta n_g = 2 - 1 = 1$

$T\,(K) = t\,(C°) + 273 = 100 + 273 = 373\ K$

$K_c = K_P\,(R\,T)^{-\Delta ng}$

$K_c = 6.64\,(0.082 \times 373)^{-1}$

$K_c = \frac{6.64}{0.082 \times 373} = \frac{6.64}{30.58} = 0.217$

الادمن زيد الذهبي

وعند اضافة العامل المساعد فأن **الضغوط الجزيئية** للغازات لاتتأثر
لأن العامل المساعد فقط يقلل من **زمن الوصول** الى حالة الاتزان

السؤال 2 – 14 :- يتزن التفاعل الاتي :-

$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

عند درجة حرارة $377C°$ وقيمة ثابت الاتزان Kc تساوي (1.96)
أحسب قيم ثوابت الاتزان للتفاعلات الاتية وبنفس درجة الحرارة

(أ) $2NH_{3\,(g)} \rightleftharpoons N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)}$

(ب) $\frac{1}{2}N_{2\,(g)} + \frac{3}{2}H_{2\,(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$

(ج) $NH_{3\,(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_{2\,(g)} + \frac{3}{2}H_{2\,(g)}$

الحل :-
ان التفاعل (أ) هو عكس التفاعل الاول (المقارن به) لذلك

$K_{c2} = \frac{1}{Kc_1} = \frac{1}{1.96} = 0.51$

ان التفاعل (ب) هو نفس التفاعل الاول ولكن مقسوم على الرقم 2 أي مضروب × ½ لذلك

$K_{c3} = (K_{c1})^{½} = \sqrt{Kc_1} = \sqrt{1.96} = 1.4$

ان التفاعل (ج) هو عكس التفاعل الاول (المقارن به) وايظاً مقسوم على الرقم 2 أي مضروب × ½ لذلك

$K_{c4} = \sqrt{\frac{1}{Kc_1}} = \sqrt{\frac{1}{1.96}} = 0.7$

السؤال2-15 :- اذا كانت لديك التفاعلات الاتية :-

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ $Kc = 4.2 \times 10^{-7}$

$CaCO_{3\,(S)} \rightleftharpoons Ca^{+2} + CO_3^{-2}$ $Kc = 4.7 \times 10^{-9}$

$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2}$ $Kc = 4.8 \times 10^{-11}$

فما ثابت الاتزان للتفاعل الاتي :-

$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3^-$

الحـــــل :-

اولاً :- **نقلب المعادلة الثالثة** ونتعامل مع قيمة Kc لها - في حين تبقى المعادلة الاولى والثانية على حالها

ثانياً :- **نقوم بالجمع والاختصار** للحصول على المعادلة المطلوبة

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons \cancel{H^+} + HCO_3^-$ $Kc = 4.2 \times 10^{-7}$

$CaCO_{3\,(S)} \rightleftharpoons Ca^{+2} + \cancel{CO_3^{-2}}$ $Kc = 4.7 \times 10^{-9}$

$\cancel{H^+} + \cancel{CO_3^{-2}} \rightleftharpoons HCO_3^-$ $Kc = \frac{1}{4.8 \times 10^{-11}}$

$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3^-$

$Kc = Kc1 \times Kc2 \times Kc3$

$Kc = (4.2 \times 10^{-7}) \times (4.7 \times 10^{-9}) \times (\frac{1}{4.8 \times 10^{-11}})$

$Kc = 4.1 \times 10^{-5}$

السؤال 2-17 :- ثابت الاتزان Kc يساوي 19.9 بدرجة حرارة 2500 K للتفاعل المتزن :-

$CL_{2\,(g)} + F_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2CLF_{\,(g)}$

ماذا يحدث لحالة الاتزان اذا كانت تراكيز الخليط $[CLF] = 1.2\ M$, $[F_2] = 1\ M$, $[CL_2] = 0.2\ M$

الحـــــل :-

$Q = \frac{[CLF]^2}{[CL_2][F_2]} = \frac{(1.2)^2}{(0.2)(1)} = 7.2$

قيمة Kc اكبر من قيمة Q لذا نتوقع ان ينزاح التفاعل نحو الامام

حتى تتساوى قيمة Q مع Kc ليرجع التفاعل نحو الاتزان مرة اخرى

السؤال 2-18 :- للتفاعل المتزن :- $A_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2A_{\,(g)}$ وجد انه عند وضع مول واحد من A_2 في اناء التفاعل حجمه لتر واحد عند (STP) يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل %1 من A_2 0 ماقيمة Kc للتفاعل ؟ وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01 M من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها ؟

الحـــــل :-

$A_{2\,(g)} \rightleftharpoons$	$2A_{\,(g)}$
1	0
-X	+2X
1-X	2X
0.99	0.02

النسبة المنوية للمتحلل من A_2 = $\frac{A_2 \text{ المتحلل من}}{A_2 \text{ التركيز الابتدائي}} \times 100\%$

$$100\% \times \frac{A_2 \text{ المتحلل من}}{1} = 1\%$$

المتحلل من $A_2 \times 100 = 1\times1$

المتحلل من $A_2 \times 100 = 1$

المتحلل من $A_2 = \frac{1}{100} = 0.01\ mol/L$

$$Kc = \frac{[A]^2}{[A_2]} = \frac{(0.02)^2}{(0.99)} = 4 \times 10^{-4}$$

ولأيجاد تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01 من A_2

$$Kc = \frac{[A]^2}{[A_2]}$$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{[A]^2}{(0.01)}$$

$$[A]^2 = (4 \times 10^{-4}) \times (0.01)$$

$$[A]^2 = 4 \times 10^{-6}$$

$$[A] = 2 \times 10^{-3} = 0.002\ mol/L$$

أي ان (0.002 mol/L) **تمثل تركيز** A الذي يكون في حالة اتزان مع $0.01\ mol/L$ من A_2

السؤال 2-16 :- التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع (3 mol من B) مع مولات مختلفة من A و C وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على (6 mol من C) وكذلك (6 mol من A) ما عدد مولات كل من A , C قبل بدء التفاعل ؟ علماً ان (Kc للتفاعل = 1.5)

الحـــــــــــــل :-

سؤال مهم جداً

2A	+ B	⇌ 3C
y	3	Z
+2X	+X	-3X
y+2X	3+X	Z-3X
6	L	6

$$1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2 \times L} \Longrightarrow 1.5 = \frac{6}{L}$$

$$6 = 1.5$$

$$L = \frac{6}{1.5} \qquad L = 4$$

حيث ان L تمثل تركيز المادة B عند الاتزان اي ان اتجاه التفاعل خلفي لأن تركيزها ازداد

- ومن قيمة L نستطيع استخراج قيمة X حيث :-

$$3 + X = L$$
$$3 + X = 4$$
$$X = 4 - 3$$
$$X = 1\ mol/L$$

والان نستطيع استخراج قيم (y , Z) حيث :-

$$y + 2X = 6$$
$$y + 2\times1 = 6$$

$y + 2 = 6$

$y = 6 - 2$

$y = 4 \ mol/L$

أنا مخطيء أنا مذنب أنا عاصي 0
هو غافر هو راحم هو عافي 0
تلك ثلاث بثلاث قد سبقت اوصافه اوصافي

$Z - 3X = 6$

$Z - 3\times1 = 6$

$Z - 3 = 6$

$Z = 6 + 3$

$Z = 9$ mo

سؤال 19-2 :- للتفاعل المتزن الاتي :- $aB_{(g)} \rightleftharpoons 3A_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان Kc يساوي 147.6 وبدلالة K_P يساوي 6 بدرجة حرارة 27C° جد قيمة a في المعادلة ؟

الحل :-

$\Delta n_g = \Sigma n_g\ (Products) - \Sigma n_g\ (Reactants)$

$\Delta n_g = a - 3$

$T(K) = t(C°) + 273 = 27 + 273 = 300\ K$

$K_c = K_P\ (R\ T)^{-\Delta ng}$

$147.6 = 6\ (0.082 \times 300)^{-(a-3)}$

$\frac{147.6}{6} = (24.6)^{-(a-3)}$

$(24.6)^1 = (24.6)^{-a+3}$

اذا تساوت الاساسات تساوت الاسس

$1 = -a + 3$

$a = 3 - 1$

$a = 2$

السؤال 20-2 :- للتفاعل المتزن :- $NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$ بدرجة حرارة 727C° وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن يساوي 304 Toor والضغط الكلي يساوي 1 atm ماثابت الاتزان Kc ؟

الحل :-

يجب تحويل ضغط CO من الـ Toor الى الـ atm

$P_{atm} = P_{Toor} \times \frac{1\ atm}{760\ Toor} \Longrightarrow P_{atm} = 304_{\ Toor} \times \frac{1\ atm}{760\ Toor} \Longrightarrow P_{CO} = 0.4\ atm$

$P_T = P_{CO} + P_{CO_2}$

$1 = 0.4 + P_{CO_2}$

$P_{CO_2} = 0.6\ atm$

$NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$

$K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}}$

$K_P = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$

$\Delta n_g = \Sigma n_g\ (Products) - \Sigma n_g\ (Reactants)$ →

$\Delta n_g = 1 - 1 = 0$

$K_c = K_P\ (R\ T)^{-\Delta ng}$

$K_c = K_P\ (R\ T)^0$

$K_c = K_P = 1.5$

السؤال 2-21 :- في التفاعل المتزن الاتي :- $PCL_{3(g)} + CL_{2(g)} \rightleftharpoons PCL_{5(g)}$

وجد ان ضغط غاز PCL_3 الجزيني في الاناء المغلق ضعف ضغط CL_2 الجزيني وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان وبدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط CL_2 يساوي 1 atm فأذا علمت ان K_P للتفاعل يساوي $\frac{1}{6}$ فما ضغط غازي CL_2 و PCL_3 في بداية التفاعل ؟

الحـــــــــل :-

وزاري تمهيدي 2014

$PCL_{3(g)}$	+ $CL_{2(g)}$	$\rightleftharpoons PCL_{5(g)}$
2y	y	0
-X	-X	+X
2y-X	y-X = 1	X

$y - X = 1 \Rightarrow \boxed{X = y - 1}$

لحساب ضغط الجزيني لـ PCL_3 عند الاتزان

$P_{PCL_3} = 2y - X = 2y - (y-1)$

$= 2y - y + 1 = \boxed{y+1}$

وان الضغط الجزيئي لـ PCL_5

$X = y - 1$

أي يمكن كتابة المعادلة عند خط الاتزان بالشكل الاتي

$PCL_{3(g)}$	+ $CL_{2(g)}$	$\rightleftharpoons PCL_{5(g)}$
y + 1	1	y − 1

$$K_P = \frac{P_{PCL_5}}{P_{CL_2} \times P_{PCL_3}}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{y-1}{(y+1)\times 1}$$

$6y - 6 = y + 1$

$6y - y = 6 + 1$

$5y = 7$

$y = \frac{7}{5}$

$y = 1.4$ atm

اذن ضغط CL_2 في بداية التفاعل = y ويساوي 1.4 atm

وان ضغط PCL_3 في بداية التفاعل = 2y ويساوي 2.8 atm

من اعجب برأيه .... ظل
ومن استغنى بعقله ... زل
ومن تكبر على الناس ...ذل

السؤال 2-22 :- التفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$

وفي اناء حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من Br_2 , H_2 وضعفها من HBr فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتاب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على (1 mol) من HBr و (2 mol) من Br_2 و (2 mol) من H_2 احسب :- 1- تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل 2- Kc للتفاعل

الحـــــــل :-

الحجم = واحد لتر 0 اذن عدد المولات = التركيز المولاري

بما ان حرارة التفاعل ارتفعت بعد وضع المواد أي ان التفاعل اتجه نحو الباعث

وبما ان **التفاعل باعث** للحرارة اذن التفاعل اتجه نحو الامام

$2HBr_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$H_{2(g)}$	+	$Br_{2(g)}$
2y		y		y
-2X		+X		+X
2y-2X=1		y+X=2		y+X=2

ولايجاد التراكيز قبل التفاعل

بما ان $y + X = 2$ اذن $(X = 2 - y)$

وبما ان تركيز HBr عند الاتزان يساوي $(2y - 2X = 1)$

اذن بتعويض قيمة X في تركيز HBr عند الاتزان يكون الاتي :-

$2y - 2 (2 - y) = 1$

$2y - 4 + 2y = 1$

$2y + 2y = 4 + 1$

$4y = 5$

اذن قيمة $y = 1.25$

اي ان تركيز Br_2 , H_2 يساوي 1.25 mol/L

وان تركيز $HBr = 2y$ اي يساوي 2.5 mol/L

$$Kc = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$$

$$Kc = \frac{(2)(2)}{(1)^2} = 4$$

السؤال 2- 23 :- صنف اربعة اجراءات تؤدي الى رفع المنتوج للتفاعل الغازي الباعث للحرارة :-

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

الحـــــــل :-

1- الاضافة الى المتفاعلات (N2 , H2)
2- السحب من النواتج (NH3)
3- زيادة الضغط المسلط (تقليل الحجم)
4- خفض درجة الحرار

من اراد الغنى فالقناعة تكفيه
ومن اراد صاحباً فالقرآن يكفيه
ومن اراد انيساً فالله يكفيه
ومن اراد واعظاً فالموت يكفيه
ومن لم تكفه الاربعة ... فالنار تكفيه

السؤال 2-24 :- للتفاعل المتزن :-

$$CO_{2\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 وبدرجة حرارة $2000\ K$ وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان يساوي($3\ mol$) ماتراكيز خليط الاتزان 0 علماً بأن ثابت الاتزان Kc يساوي 4

الحـــــل :-

$$CO_{2\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

CO_2	H_2	CO	H_2O
y	y	0	0
$-X$	$-X$	$+X$	$+X$
$y-X$	$y-X$	X	X

$$n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$$

$$n_T = (y - X) + (y - X) + X + X$$

$$3 = (y - X) + (y - X) + X + X$$

$$3 = 2y$$

$$y = \frac{3}{2}$$

$$y = 1.5$$

اذن تصبح المعادلة عند الاتزان بالشكل الاتي :-

$$CO_{2\,(g)} + H_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

CO_2	H_2	CO	H_2O
$1.5-X$	$1.5-X$	X	X

$$Kc = \frac{[CO][H_2O]}{[H_2][CO_2]}$$

$$4 = \frac{X^2}{(1.5-X)^2}$$

وبالجذر التربيعي

$$2 = \frac{X}{1.5-X}$$

$$X = 3 - 2X$$

$$X + 2X = 3$$

$$3X = 3$$

$$X = 1$$

اذن سوف يصبح تركيز H_2 و CO عند الاتزان = $0.5\ mol / L$

وتركيز H_2O و CO_2 عند الاتزان = $1\ mol/L$

السؤال 2- 25 :- للتفاعل المتزن غير المتجانس :- $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$

بدرجة حرارة 800C° وجد ان ضغط CO_2 عند الاتزان يساوي 0.235 atm

احسب Kc للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها ؟

الحل :-

$K_P = \frac{1}{P_{CO_2}}$

$K_P = \frac{1}{0.235} = 4.26$

$\Delta n_g = \Sigma n_g (Products) \Sigma n_g (Reactants)$

$\Delta ng = 0 - 1 = -1$

$T (K) = t (C°) + 273$

$T (K) = 800 + 273 = 1073 K$

$Kc = K_P (R T)^{-\Delta ng}$

$Kc = 4.26 (0.082 \times 1073)^{-(-1)}$

$Kc = 4.26 (87.986) \Longrightarrow Kc = 374.8$

السؤال 2- 26 :- وضع (4 g) من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2L عند درجة حرارة 27C° وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية :- $2HF \rightleftharpoons H_2 + F_2$

فأذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.21 احسب الضغط الجزيني لغاز HF عند الاتزان 0

علماً ان الكتلة المولية للغاز تساوي 20 g/mol

الحل :-

$n (mol) = \frac{m (g)}{M (g/ mol)} = \frac{4 (g)}{20 (g/mol)} = 0.2 mol$

$T (K) = 273 + 27 = 300 K$

$P (atm) \times V (L) = n (mol) \times R (atm.L / K.mol) \times T(K)$

$P \times 2 = 0.2 \times 0.082 \times 300$

$P (atm) = 2.46 atm$

وان هذا يمثل ضغط غاز HF في بداية التفاعل

$2HF \rightleftharpoons$	H_2 +	F_2
2.46	0	0
-2X	+X	+X
2.46-2X	X	X

$K_P = \frac{P^1_{H_2} \times P^1_{F_2}}{P^2_{HF}} \Longrightarrow 1.21 = \frac{X^2}{(2.46-2X)^2}$

$1.1 = \frac{X}{2.46-2X} \Longrightarrow X = 2.706 - 2.2X \Longrightarrow X + 2.2X = 2.706 \Longrightarrow 3.2X = 2.706$

$X = \frac{2.706}{3.2} \Longrightarrow \boxed{X = 0.85}$

اذن الضغط الجزيني لغاز HF عند حالة الاتزان

$2.46 -2X = 2.46 -2\times0.85 = 0.76 atm$

السؤال 2-27 :- اذا كانت درجة تفكك مول واحد من N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة حرارة 27C وضغط 1 atm وفي اناء حجمه لتر واحد ، احسب قيمة Kp للتفاعل ؟ (2014 دور اول)

الحـــــل :-

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

1	0
-X	+2X
1 – X	2X
1 – 0.2	2×0.2
0.8	0.4

Kc = ?

من درجة التفكك نستطيع استخراج قيمة X

$20\ \% = \frac{X}{1} \times 100\ \%$

$100\ X = 20$

$X = \frac{20}{100}$

$X = 0.2$

$Kc = \frac{(0.4)^2}{0.8} = \frac{0.16}{0.8} = 0.2$

$\Delta ng = 2 - 1 = 1$

$T = 27 + 273 = 300$

$Kp = Kc\ (R\ T)^{\Delta ng}$

$Kp = 0.2\ (0.082 \times 300)^1$

$Kp = 0.2\ (24.6)$

$Kp = 4.92$

س2-29 :- وجد ان ثابت الاتزان بدلالة **الضغوط الجزيئية** Kp بدرجة 1000K للتفاعلات :-

$C + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO \qquad Kp = 2.9 \times 10^{10}$

$C + O_2 \rightleftharpoons CO_2 \qquad Kp = 5 \times 10^{20}$

احسب ثابت الاتزان بدلالة Kc للتفاعل

$2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$

الحـــــل :-

السؤال 2-31 :- للتفاعل :-　　$N_2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$

ثابت الاتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 6×10^{-3} عند درجة حرارة 298K ولكنه يساوي 1.5×10^{-2} عند درجة حرارة 35C° هل تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين هو تفاعل ماص للحرارة ؟

الحل :-

نلاحظ ان قيمة Kc قد ازدادت بعد رفع الحرارة أي ان التفاعل قد اتجه نحو الامام 0 ونحن نعلم عند رفع درجة الحرارة ان التفاعل سوف يتجه نحو الماص 0 فنستنتج ان الامامي ماص والخلفي باعث 0
فأن تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين هو تفاعل ماص للحرارة 0

السؤال 2-32 :- للتفاعل المتزن :-

$2SO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3\,(g)}$

وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة 25C° يحتوي على

$[O_2] = 0.01\ mol/L\ ,\ [SO_2] = 0.02\ mol/L\ ,\ [SO_3] = 0.008\ mol/L$

وعند تبريد التفاعل الى 10C° وجد ان Kc للتفاعل يساوي 4 بين هل ان التفاعل ماص ام باعث للحرارة

الحل :-

$$Kc = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\,[O_2]}$$

$$Kc = \frac{(0.008)^2}{(0.02)^2(0.01)}$$

$$Kc = 16$$

نلاحظ انه بعد تبريد التفاعل ان قيمة Kc اصبحت 4 أي ان القيمة قلت 0 أذن اتجه التفاعل نحو الخلف وبما اننا نعلم عند تبريد التفاعل فأنه يتجه نحو الباعث 0 أي ان الخلفي باعث للحرارة والامامي ماص للحرارة
لذا نستنتج ان التفاعل ماص للحرارة 0

السؤال 2-33 :- وضح الفرق بين ΔG و ΔG° واكتب العلاقة بينهما0 ومتى تكون ΔG تساوي ΔG° وضح ذلك ؟

الحل :-

ΔG :- هي مقدار التغير بالطاقة الحرة مقاسة بظروف غير قياسية
ΔG° :- هي مقدار التغير بالطاقة الحرة مقاسة بظروف قياسية (STP) والعلاقة بينهما هي :-

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ In\ Q$$

تكون قيمة ΔG° = ΔG عندما تكون قيمة حاصل التفاعل Q = 1

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ In\ 1$$
$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \times 0$$
$$\Delta G = \Delta G^\circ$$

السؤال 2-34 :- اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة حرارة 25C° وضغط 1 atm تساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG° للتأين :-

$H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

الحل :-

$$T(K) = 25 + 273 = 298\ K$$
$$\Delta G^\circ = -RT\ In\ K_{eq}$$
$$\Delta G^\circ = -(8.314 \times 298)\ In\ 10^{-14}$$
$$\Delta G^\circ = 79881.75\ J/mol$$



كيمياء

السادس العلمي الفرع الاحيائي

اعداد

الاستاذ ابراهيم علي ابراهيم

2017

الفصل الثالث

الاتزان الأيوني

جمهورية العراق
REPUBLIC OF IRAQ
رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A.M.Z
وزارة التربية
MINISTRY OF EDUCATION

رحلة التفوق في السادس

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د : اشرف الوائلي

ا.د : مينا الاحمد

الفصل الثالث (الاتزان الايوني)

المحلول المائي :- هو مزيج متجانس ناتج من ذوبان مادة (المذاب) في الماء (المذيب)

- تصنف المواد حسب قابلية محاليلها المائية على نقل التيار الكهربائي الى نوعين :-

1- **المواد الالكتروليتية (الالكتروليتات)**:-وهي المواد التي تكون لمحاليلها المائية ولمنصهراتها القابلية على توصيل التيارالكهربائي وذلك لأحتوانها على ايونات موجبة وسالبة .

& والالكتروليتات تقسم الى نوعين :-

أ – **الالكتروليتات القوية** مثل كلوريد الصوديوم

ب – **الالكتروليتات الضعيفة** مثل حامض الخليك

2- **المواد غير الالكتروليتية**:- هي المواد التي لا يكون لمحاليلها المائية القدرة على ايصال التيار الكهربائي مثل السكر (السكروز)

س :- ماهي اهم السمات (الصفات) المميزة للالكتروليتات :- (2014 تمهيدي)

1- قابليتها على ايصال التيار الكهربائي في حالتها المنصهرة او عندما تكون تكون على شكل محلول

2- تكون محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليل الالكتروليتات تساوي صفر 0 أي محاليلها متعادلة كهربائياً

3- عند ذوبان الالكتروليتات في مذيب مستقطب كالماء فأن المحلول سوف يتضمن ايونات موجبة وايونات سالبة

4- تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي على ايصال التيار الكهربائي على :-

أ – طبيعة الايونات المكونة للمحلول ب – تركيز الايونات ج – درجة حرارة المحلول

مصطلحـــــات مهـــــة

التأين الذاتي للماء :- هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء اخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون اعدادٌ متساوية من ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد OH^-

تأثير الايون المشترك :- هي ضاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

محلول بفر :- هو محلول مائي مكون من مزيج من (حامض ضعيف مع احد املاحه) او(قاعدة ضعيفة مع احد املاحها) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (*PH*)عند اضافة كميات قليلة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه .

ثابت حاصل الاذابة (K_{SP}) :- هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الاتزان) للايونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً مرفوع الى اس يمثل مساوي لعدد المولات في المادة.

الذوبانية :- هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع (أي عندالاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة)

حامض برونشتد :- المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون (قاعدة قرينة + بروتون $\rightleftharpoons$ حامض) وقد يكون الحامض جزيئة متعادلة مثل HCL او ايون موجب مثل NH_4^+ او ايون سالب HSO_4^-

قاعدة برونشتد :- المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون (حامض قرين $\rightleftharpoons$ بروتون + قاعدة) وقد تكون القاعدة جزيئة متعادلة مثل NH_3 او ايون موجب $\{ Fe (H_2O)_5 (OH)_2 \}^+$ او ايون سالب CH_3COO^-

الحامض القرين :- هو قاعدة برونشتد بعد تقبلها بروتون مثل NH_4^+ و H_3O^+

القاعدة القرينة :- هي حامض برونشتد بعد فقدانها بروتون مثل CL^- و OH^-

الحوامض الاحادية البروتون :- هي الحوامض التي تمتلك ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين ويكون لها ثابت تفكك واحد مثل HCN,HF

الحوامض المتعددة الروتون :- هي الحوامض التي تمتلك اكثر من اكثر من ذرة هيدروجين قابلة للتأين مثل $H_2C_2O_4$ و H_3PO_4

الاس الهيدروجيني PH :- وهي طريقة ملائمة للقياس او التعبير عن تركيز ايون الهيدروجين خصوصاً لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر او تساوي 1M بدلالة سالب لوغارتم التركيز المولاري لأيون الهيدروجين في المحلول

- **قوانين مهمة وقد تم ادراجها في بداية الفصل وذلك لأمكانية استخدامها في أي موضوع من مواضيع الفصل**

كل $P = -Log$

$PH = -Log[H^+]$ Or $PH = Log\frac{1}{[H^+]}$

$POH = -Log[OH^-]$ Or $POH = Log\frac{1}{[OH^-]}$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[OH^-] = 10^{-POH}$

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{[OH^-]}$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{[H^+]}$

$PH + POH = 14$

$PH = 14 - POH$

$POH = 14 - PH$

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

الصفة قاعدية ———— متعادل ———— الصفة حامضية

قاعد	متعادل	حامضي
$[H] < [OH]$	$[H] = [OH]$	$[H] > [OH]$
$PH > 7$	$PH = 7$	$PH < 7$

- **قانون درجة التأين والنسبة المنوية للتأين وهي قوانين تستخدم بشكل خاص مع الالكتروليتات الضعيفة**

درجة التفكك (التأين) = $\frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند خط الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}}$

النسبة المنوية للتفكك (التأين) = $\frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند خط الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}} \times 100\%$

سوف تحتاج كثيراً الى قانون التركيز المولاري

$$M(moL/L) = \frac{\frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})}}{V(L)}$$

ومنه تشتق الكتلة

$$m(g) = M(moL/L) \times V(L) \times M(g/moL)$$

- قانون التخفيف $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
- بعض قواعد اللوغارتيمات المفيدة في الحلول

1- $\text{Log } x^y = y \text{ Log } X$

$\text{Log } 10^{-5} = -5 \text{ Log } 10$

2- $\text{Log } X \times y = \text{Log } X + \text{Log } y$

$\text{Log } 3 \times 10^{-3} = \text{Log } 3 + \text{Log } 10^{-3}$

3- $\text{Log } \frac{X}{y} = \text{Log } X - \text{Log } y$

$\text{Log } \frac{7}{3} = \text{Log } 7 - \text{Log } 3$

4- $\text{Log } 1 = 0$

5- $\text{Log } 10 = 1$

6- $\text{Log } 100 = 2$

انتظرك 00

وانا اعرف بأنك كالأمس لاتعود

خطوات مهمة جداً سوف تحتاجها :-

الاولى :- .... $-\text{Log } X \times 10^{-y} = y - \text{Log } X$

الثانية :- .... $\text{Log } X \times 10^{-y} = -y + \text{Log } X$

اولاً :- الحوامــــض الضعيفـــة

الحوامض الضعيفة :- هي الكتروليتات ضعيفة لذلك فأن تفككها في الماء يخضع الى حالة اتزان بين الجزيئات الغير متفككة والايونات الناتجة من التفكك 0

اهم الحوامض الضعيفة :-	معادلات التفكـــك
حامض الهيدروفلوريك (HF)	$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$
حامض الهيدروسيانيك (HCN)	$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$
حامض الخليك (CH_3COOH)	$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$
حامض الفورميك (HCOOH)	$HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$
الفينول (C_6H_5OH)	$C_6H_5OH \rightleftharpoons H^+ + C_6H_5O^-$
حامض النتروز (HNO_2)	$HNO_2 \rightleftharpoons H^+ + NO_2^-$
حامض البروبانويك (C_2H_5COOH)	$C_2H_5COOH \rightleftharpoons H^+ + C_2H_5COO^-$
حامض الكاربونيك (H_2CO_3)	$H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{-2}$
حامض الاوكزاليك ($H_2C_2O_4$)	$H_2C_2O_4 \rightleftharpoons 2H^+ + C_2O_4^{-2}$
حامض الكبريتوز (H_2SO_3)	$H_2SO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_3^{-2}$
حامض الفسفوريك (H_3PO_4)	$H_3PO_4 \rightleftharpoons 3H^+ + PO_4^{-3}$

$$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$$

حامض ضعيف   يهمل

فأذا كانت المعادلة اعلاه تمثل معادلة **تفكك الحامض الضعيف** اذن يمكن تمثيلها بالعلاقة الاتية :-

$$Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

حيث ان Ka ثابت تفكك الحامض الضعيف .

كيفية ايجاد الحلول لهذا النوع من الاسئلة :-

1- نكتب معادلة تفكك الحامض الضعيف وبسهمين متعاكسين **مع كتابة الفرضيات**

2- نطبق علاقة (Ka) اعلاه ونستخرج X. حيث ان (X) **تمثل $[H^+]$ عند حالة الاتزان**

3- احياناً نطبق قانون درجة التأين او قانون النسبة المئوية **اذا طلب ذلك في السؤال .**

$$\text{درجة التفكك (التأين)} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}}$$

$$\text{النسبة المئوية للتفكك (التأين)} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}} \times 100\%$$

& مهم جداً :- نستطيع ان نميز بين محاليل الحوامض القوية والحوامض الضعيفة حيث :-

- الحامض القوي يتأين بشكل تام وبسهم واحد والحامض الضعيف يتأين بشكل جزئي وبسهمين متعاكسين
- الحامض القوي لايذكر له Ka .الحامض الضعيف يذكر له Ka
- الحامض القوي لايطلب او يعطى له درجة تفكك او النسبة المئوية بينما الحامض الضعيف احياناً يطلب او يعطى في السؤال درجة التفكك او النسبة المئوية .

& كلما ازدادت قيمة ثابت تفكك الحامض (يزداد مقدار تفككه) تزداد حموضته .

& قيم ثوابت الحوامض الضعيفة المختلفة هي قياس لقوة هذه الحوامض النسبية .

تمرين (3-2) :-_ احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي $[H^+]$ في المحلول المائي لحامض الهيدروسيانيك 0 ($Ka = 4.9 \times 10^{-10}$) 0 تركيزه يساوي (0.2 M) ؟

الحـــــــــــــــــل :-

$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

0.2	0	0
(0.2 – X)	X	X

من فقد الله فماذا وجد ؟ ومن وجد الله فماذا فقد ؟

$$Ka = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} \Longrightarrow 4.9 \times 10^{-10} = \frac{(X)(X)}{(0.2-X)}$$

تهمل

(0.2 - X) ≈ 0.2 تهمل قيمة X

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$$

حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين

$$X^2 = (4.9 \times 10^{-10}) \times 0.2 = 98 \times 10^{-12}$$

$$X = \sqrt{98 \times 10^{-12}}$$

$$X = 9.9 \times 10^{-6} = 0.99 \times 10^{-5}\ M$$

$\sqrt{98} = 9.9$

تمرين (3-3) :- احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي للفينول (C_6H_5OH) $Ka = 1.3 \times 10^{-10}$ ؟
والـذي تركيزه (أ) 0.2 M (ب) بعد تخفيفه مئة مرة ؟

الحـــــــــــــــــل :-

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons H^+ + C_6H_5O^-$$

0.2	0	0
(0.2 – X)	X	X

$$Ka = \frac{[H^+][C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]}$$

$$1.3 \times 10^{-10} = \frac{(X)(X)}{(0.2-X)}$$

تهمل

0.2 – X ≈ 0.2 تهمل قيمة الـ X

$$X^2 = 1.3 \times 10^{-10} \times 0.2 = 26 \times 10^{-12}$$

$$X = \sqrt{26 \times 10^{-12}}$$

$$X = 5.1 \times 10^{-6}\ M$$

(ب) :- بعد تخفيف المحلول مئة مرة يصبح $\frac{0.2}{100}$ أي يساوي (2×10^{-3})

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons H^+ + C_6H_5O^-$$

2×10^{-3}	0	0
(2×10^{-3} – X)	X	X

$$Ka = \frac{[C6H5O^-][H^+]}{[C6H5OH]} \qquad 1.3 \times 10^{-10} = \frac{(X^2)}{2 \times 10^{-3} - X}$$

تهمل

وايضاً تهمل قيمة X في المقام - ثم - حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين

$$X^2 = (1.3 \times 10^{-10}) \times (2 \times 10^{-3}) = 26 \times 10^{-14}$$

$$X = \sqrt{26 \times 10^{-14}} \qquad X = 5.1 \times 10^{-7}\ M = [H^+]$$

$\sqrt{26} = 5.1$

تعليل وزاري 2013 الدور الثالث :- تزداد درجة التفكك او النسبة المئوية للتفكك للالكتروليت الضعيف عند التخفيف ؟

ج :- حسب قاعدة لو شاتليه تؤدي عملية تخفيف المحلول الى ازاحة موقع الاتزان من موقعه الاصلي الى موقع جديد لأزالة التأثير الخارجي (عملية التخفيف) ، وذلك بأن يزدادتفكك المذاب (يتأين) وهذه العملية تؤدي الى نقصان في كمية الجزء غير المتفكك من المذاب (جزيئات الحامض) وتزيد من كمية الجزء المتفكك منه (الايونات) في وحدة الحجم من المحلول وبذلك يرجع المحلول الى حالة الاتزان مرة اخرى

الحوامض الضعيفة احادية البروتون والحوامض الضعيفة المتعددة البروتون

الحوامض الاحادية البروتون :- هي الحوامض التي تمتلك ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين ويكون لها ثابت تفكك واحد مثل HCN,HF

الحوامض المتعددة البروتون :- هي الحوامض التي تمتلك اكثر من اكثر من ذرة هيدروجين قابلة للتأين وتمتاز بأن لها اكثر من ثابت تفكك مثل $H_2C_2O_4$ و H_3PO_4

مثلاً :- $H_2C_2O_4$ حامض الاكساليك يمتلك بروتونين حامضيين لكل منهما ثابت تفكك خاص به حيث تختلف حموضة البروتون الاول عن البروتون الثاني وان $Ka1 > Ka2$

$$H_2C_2O_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HC_2O_4^{-1}$$

$$Ka_1 = \frac{[H_3O^+][HC_2O4^{-1}]}{[H_2C_2O_4]} = 5.37 \times 10^{-2}$$

$$HC_2O_4^{-1} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + C_2O_4^{-2}$$

$$Ka_2 = \frac{[H_3O^+][C_2O4^{-2}]}{[HC_2O4^{-1}]} = 5.1 \times 10^{-5}$$

مثال اخر :- حامض الفسفوريك H_3PO_4 والذي يمتلك ثلاث تفاعلات تفكك وثلاث ثوابت تفكك Ka_1 , Ka_2 , Ka_3 وان $Ka_1 > Ka_2 > Ka_3$

$$H_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_2PO_4^-$$

$$Ka_1 = \frac{[H_3O^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]} = 7.11 \times 10^{-3}$$

$$H_2PO_4^{-1} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HPO_4^{-2}$$

$$Ka_2 = \frac{[H_3O^+][HPO_4^{-2}]}{[H_2PO_4^-]} = 6.32 \times 10^{-8}$$

$$HPO_4^{-2} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + PO_4^{-3}$$

$$Ka_3 = \frac{[H_3O^+][PO_4^{-3}]}{[HPO_4^{-2}]} = 4.80 \times 10^{-13}$$



- **علل في الحوامض المتعددة البروتون مثل ($H_2C_2O_4$ و H_3PO_4) فأنه دائماً $Ka1 > Ka2 > Ka3$ ؟**

ج :- بسبب نقصان قابلية الاصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الالكتروستاتيكي بين الايونات ذوات الشحنات المختلفة.

مثال (3-3):- احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي $[H^+]$ في 0.1 M محلول مائي لحامض الخليك ، ودرجة التأين والنسبة المئوية لتأين (لتفكك) الحامض . اذا علمت ان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟

الحـــــــــــل :-

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

0.1 M	0	0
0.1 – X	X	X

$$Ka = \frac{[H^+][CH3COO^-]}{[CH3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.1-X)}$$ تهمل

$$X^2 = (1.8 \times 10^{-5}) \times (0.1) = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$X = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}}$$ $\sqrt{1.8} = 1.3$

$$X = 1.3 \times 10^{-3}$$

$$[H^+] = 1.3 \times 10^{-3}$$

درجة التفكك (التأين) = $\frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}}$

درجة التفكك (التأين) = $\frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1}$ = **0.013**

النسبة المئوية لتفكك (تأين) الحامض = $\frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}} \times 100\%$

النسبة المئوية لتفكك (تأين) الحامض = $\frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100\ \% = 1.3\ \%$

السؤال 3-17:- يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذوتركيز 0.01 M بمقدار 4.2 %0 احسب ثابت التأين ؟

الحل :- النسبة المئوية للتأين = $\frac{[H^+]}{[acid]} \times 100$

$$\frac{X}{0.01} \times 100\% = 4.2\%$$

$$4.2 \times 0.01 = 100 \times X$$

$$\frac{4.2 \times 0.01}{100} = X$$

$$4.2 \times 10^{-4}\ mol/L = X$$

ملاحظة مهمة :- عندما يعطى في السؤال (النسبة المئوية او درجة التأين) فأننا نستفيد من هذه المعلومة
لأستخراج [الجزء المتأين] او [الابتدائي] ونستخرجه في بداية الحل
وهذا ينطبق على الحوامض الضعيفة والقواعد الضعيفة

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

0.01	4.2×10^{-4}	4.2×10^{-4}

$$Ka = \frac{(4.2 \times 10^{-4})^2}{0.01} = 1.764 \times 10^{-5}$$



السؤال 3-10 :- اذا علمت ان قيمة Ka لحامض البروبانويك (C_2H_5COOH) تساوي (1.3×10^{-5}) ما هي النسبة المئوية لتفكك الحامض في محلوله المائي ذو تركيز 0.65 M ؟

الحـــل :-

$$C_2H_5COOH \rightleftharpoons C_2H_5COO^- + H^+$$

0.65	0	0
0.65-X	X	X

$$Ka = \frac{[C_2H_5COO^-][H^+]}{[C_2H_5COOH]}$$

$$1.3\times10^{-5} = \frac{X^2}{(0.65-X)}$$ ← تهمل

$$X^2 = 1.3\times10^{-5}\times0.65 = 8.45\times10^{-6}$$

$$X = \sqrt{8.45\times10^{-6}}$$ $\sqrt{8.45} = 2.9$

$$X = 2.9\times10^{-3}$$

$$[H^+] = 2.9\times10^{-3}$$

النسبة المئوية للتأين $= \frac{[H^+]}{[acid]} \times 100 \% = \frac{2.8\times10^{-3}}{0.65} \times 100\% = 0.4\ \%$

السؤال 3-15 :- يعتبر حامض النيكوتينيك من الحوامض العضوية الضعيفة احادية البروتون ويمكن التعبير عنه بالشكل $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$
ماقيمة ثابت تفكك الحامض ؟ اذا كان المحلول المائي لهذا الحامض عند حالة الاتزان مكون من
$[HA] = 0.049\ M\ ,\ [H^+] = [A^-] = 8.4\times10^{-4}\ M$

الحـــل :-

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

0.049M	8.4×10^{-4}	8.4×10^{-4}

$$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(8.4\times10^{-4})^2}{0.049} = 1.44\times10^{-5}$$

السؤال 3-26 :- اذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك (0.1 M) من حامض الهيدروسيانيك (HCN) تساوي 0.01% كم هو ثابت تأين هذا الحامض ؟

وزاري 2013 الدور الثالث

الحـــل :-

النسبة المئوية للتفكك $= \frac{[H^+]}{[acid]} \times 100\%$

$$\frac{[H^+]}{0.1} \times 100\% = 0.01\%$$

$$0.1\times0.01 = 100\times[H^+]$$

$$\frac{0.1\times0.01}{100} = [H^+]$$

$$X = 10^{-5}\ M = [H^+]$$

أكرر الملاحظة :- عندما يعطى في السؤال (النسبة المئوية او درجة التأين) فأننا نستفيد من هذه المعلومة لأستخراج [الجزء المتأين] او [الابتدائي] ونستخرجه في بداية الحل وهذا ينطبق على الحوامض الضعيفة والقواعد الضعيفة

$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

0.1	0	0
0.1-X	X	X

$$Ka = \frac{(10^{-5})^2}{0.1} = \frac{10^{-10}}{10^{-1}} = 10^{-9}$$



ثانيا :- القواعــــد الضعيفــــة

القواعد الضعيفة : -
وهي الكتروليتات ضعيفة المادة التي لها القابلية الجزئية (غير التامة) على اكتساب البروتون من المـذيب

اهم القواعد الضعيفة :-   **معادلات التفكـــــــك**

الامونيا (NH_3)	$NH_3 + H\text{-}OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
البيريدين (C_5H_5N)	$C_5H_5N + H\text{-}OH \rightleftharpoons C_5H_5NH^+ + OH^-$
الانيلين (C_6H_7N)	$C_6H_7N + H\text{-}OH \rightleftharpoons C6H_7NH^+ + OH^-$
مثيل امين (CH_3NH_2)	$CH_3NH_2 + H\text{-}OH \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

قاعدة ضعيفة   يهمل

$$Kb = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

حيث ان K_b تمثل (ثابت تفكك القاعدة الضعيفة)

كيفية ايجاد الحلول لهذا النوع من الاسئلة :-

4- نكتب معادلة تفكك القاعدة الضعيفة وبسهمين متعاكسين مع كتابة الفرضيات
5- نطبق علاقة (K_b) اعلاه . ونستخرج X. حيث ان (X) تمثل $[OH^-]$ عند حالة الاتزان
6- احياناً نطبق درجة التأين او النسبة المئوية اذا طلب ذلك في السؤال حيث :-

$$\text{درجة التفكك (التأين)} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}}$$

$$\text{النسبة المئوية للتفكك (التأين)} = \frac{\text{تركيز الجزء المتأين من المادة عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}} \times 100\%$$

& نستطيع ان نميز بين محاليل القواعد القوية والقواعد الضعيفة حيث :-

- القاعدة القوية تتأين بشكل تام وبسهم واحد والقاعدة الضعيفة تتأين بشكل جزئي وبسهمين متعاكسين
- القاعدة القوية لايذكر لها K_b . القاعدة الضعيفة يذكر لها K_b .
- القاعدة القوية لايطلب او يعطي لها درجة التفكك او النسبة المئوية . اما القواعد الضعيفة فأحياناً يطلب او يعطي درجة التفكك او النسبة المئوية .



اوجد لنفسك مكان في القمة.....
ففي القاع ازدحام شديد ....
....مع تحياتي استاذ ابراهيم



مثال (3-5) :- احسب تركيز ايون الهيدروكسيد $[OH^-]$ ودرجة التأين والنسبة المئوية للتأين للمحلول المائي للامونيا الـذي تركيزه يساوي 0.2 M علماً ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟

الحــل :-

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

0.2M	0	0
(0.2 – X)	X	X

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.2-X)}$$ → تهمل

تهمل قيمة X في المقام ـ ثم ـ حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين وسطين

$$X^2 = (0.2) \times (1.8 \times 10^{-5}) \Longrightarrow X^2 = 3.6 \times 10^{-6}$$

$$X = \sqrt{3.6 \times 10^{-6}}$$ → $\sqrt{3.6} = 1.9$

$$X = [OH] = 1.9 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

درجة التأين = $\frac{\text{تركيز ايون الهيدروكسيد عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}}$

درجة التأين = $\frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2} = 0.0095$

النسبة المئوية للتأين = $\frac{\text{تركيز ايون الهيدروكسيد عند حالة الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} \times 100\ \%$

النسبة المئوية للتأين = $\frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2} \times 100\ \% = 0.95\ \%$

(تمرين 3-4) :- احسب درجة التأين للمحلول المائي للانيلين (C_6H_7N) $K_b = 3.8 \times 10^{-10}$ بتركيز 0.1 M ؟

الحــل :-

$$C_6H_7N + H_2O \rightleftharpoons C_6H_7NH^+ + OH^-$$

0.1 M	0	0
(0.1 – X)	X	X

$$K_b = \frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7N]}$$

$$3.8 \times 10^{-10} = \frac{(X)(X)}{0.1-X}$$ → تهمل

$$X^2 = 38 \times 10^{-12}$$

$$X = \sqrt{38 \times 10^{-12}}$$

$$X = 6.2 \times 10^{-6}\ M$$

$$[OH^-] = 6.2 \times 10^{-6}\ M$$



درجة التأين = $\frac{\text{تركيز ايون الهيدروكسيد عند حالة الاتزان}}{\text{تركيز القاعدة الابتدائي}}$

درجة التاين = $\frac{0.62 \times 10^{-5}}{0.1} = 6.2 \times 10^{-5}$

ثالثا :- محاليل الحوامض القوية

ان الحوامض القوية عند اذابتها في الماء فأنها تتأين بشكل تام وتعطي H^+ - يعني تتفكك بسهم واحد (⟵)

من اهم الحوامض القوية :-

حامض الهيدروكلوريك HCL	$HCL \longrightarrow H^+ + CL^-$
حامض الهيدروبروميك HBr	$HBr \longrightarrow H^+ + Br^-$
حامض الهيدرويوديك HI	$HI \longrightarrow H^+ + I^-$
حامض النتريك HNO_3	$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$
حامض الكبريتيك H_2SO_4	$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$
حامض الكروميك H_2CrO_4	$H_2CrO_4 \longrightarrow 2H^+ + CrO_4^{-2}$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

كيفية حساب PH و POH و $[H^+]$ و $[OH^-]$

1- نكتب معادلة تأين الحامض القوي بسهم واحد

2- $[H^+]$ = [الحامض القوي] أذا كان احادي البروتون مثلاً :- $HCL \longrightarrow H^+ + CL^-$

$[H^+]$ = [الحامض القوي]×عدد البروتونات اذا كان متعدد البروتون مثلاً:- $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4$

3- بعد ان استخرجنا $[H^+]$ نبدأ بتطبيق القوانين وحسب مايطلب في السؤال:-

$PH = -Log[H^+]$

$POH = 14 - PH$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{[H^+]}$

يستطيع الطالب استخدام اي من القوانين في صفحة 2 اذا كانت تؤدي الى نفس النتائج

مثال :- احسب $[H^+]$ و$[OH^-]$ و PH و POH لمحلول حامض الهيدروكلوريك HCL بتركيز 0.015M ؟

الحـــــل :-

$HCL \longrightarrow H^+ + CL^-$

HCL	H^+	CL^-
0.015	0	0
0	0.015	0.015

$[H^+] = [HCL] = 0.015M$ لأنه حامض قوي احادي البروتون

$PH = -Log[H^+]$

$PH = -Log\ 15\times10^{-3}$

$PH = 3 - Log\ 15$

Log 15 = 1.18

$PH = 3 - 1.18$

$PH = 1.82$

$POH = 14 - PH$

$POH = 14 - 1.82 \Longrightarrow POH = 12.18$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{[H^+]}$

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{0.015} = 6.7\times10^{-13}$

خطوة تبسيط تتكرر كثيراً في كل (P= -Log)

$-\ Log\ y\times10^{-X}$

$= X - Log\ y$

مثلاً :-

$PH = -Log\ 15\times10^{-3}$

$PH = 3 - Log\ 15$

ان خطوة التبسيط المختصرة هذه يجب ان تحفظها لأنها ستتكرر في جميع اسئلة الحوامض والقواعد القوية وفي كثير من اسئلة الاملاح وبفر و 000

لا تتوقف الحياة بسبب بعض خيبات الأمل .. فـ الوقت لا يتوقف عندما تتعطل الساعة

(تمرين 3-6) :- احسب قيمة الدالة الحامضية PH للمحاليل الاتية :-

أ – 6×10^{-4} M من حامض الهيدروكلوريك HCL

ب - 0.03 M من حامض الكبريتيك H_2SO_4

الحـــــل :-

(أ)

$$HCL \longrightarrow H^+ + CL^-$$

HCL	H^+	CL^-
6×10^{-4}	0	0
0	6×10^{-4}	6×10^{-4}

$[HCL] = [H^+]$ لانه حامض قوي احادي البروتون

$[H^+] = 6 \times 10^{-4}$

PH = - Log [H]

PH = - Log 6×10^{-4}

PH = 4 – Log 6

PH = 4 – 0.78

PH = 3.22

Log 6 = 0.78

(ب)

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4$$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4
0.03	0	0
0	2(0.03)	0.03

[H] = [الحامض القوي] × 2

لانه حامض ثنائي البروتون

$[H^+] = 2 \times 0.03$

$[H^+] = 0.06$ M

PH = - Log $[H^+]$

PH = - Log (0.06)

PH = - Log 6×10^{-2}

PH = 2 – Log 6

PH = 2 – 0.78

PH = 1.22

Log 6 = 0.78

لاتخذل شخصاً قد احتاج اليك 00
فربما كنت انت اخر ما لديه من أمل

تمرين (3-7) :- اذا علمت ان PH لمحلول حامض النتريك يساوي 3.32 ماهي مولارية الحامض ؟

الحـــــل :-

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{-3.32}$

$[H^+] = 4.79 \times 10^{-4}$ M

فكرة رياضيات(مقترحه)

تجمع وتطرح مع رقم صحيح اكبر من 3.32 وهو الرقم 4

-3.32 +4 -4

(-3.32 +4) -4

0.68 -4

ثم ترفع الـ 4- الى الاساس 10 ويعطي في السؤال Log 4.79 = 0.68

فيصبح الناتج بالشكل ⟵ 4.79×10^{-4}

وبما ان حامض النتريك حامض قوي احادي البروتون لذلك فأن تركيز الهيدروجين يمثل مولارية هذا الحامض

السؤال 3-29 :- احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول نتج من تخفيف (1 mL) من (13.6 M) من حامض الهيدروكلوريك (HCL) الى لتر بالماء ؟

الحــــــــــــل :-

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$13.6 \times \frac{1}{1000} L = M_2 \times 1\ L$

$M_2 \times 1000 = 13.6$

$M_2 = \frac{13.6}{1000}$

$M_2 = 0.0136\ moL/L$

قد اسير ببطء احياناً 00
ولكني لا ارجع الى الوراء .

$HCL \longrightarrow H^+ + CL^-$

HCL	H^+	CL^-
0.0136	0	0
0	0.0136	0.0136

$PH = -\ Log\ [H^+]$

$PH = -\ Log\ 136 \times 10^{-4}$

$PH = 4 - Log\ 136$

$PH = 4 - 2.134$

$PH = 1.866$

$Log\ 136 = 2.13353 \approx 2.134$

مثال 3-6 :- احسب تركيز ايونات H^+ ، OH^- في 0.05 M من محلول حامض النتريك HNO_3 ؟

الحــــــــــــل :-

$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3$

HNO_3	H^+	NO_3
0.05 M	0	0
0	0.05 M	0.05 M

$[H^+] = [NO_3] = 0.05\ M$

والان نستطيع حساب تركيز OH^- من معادلة التأين الذاتي للماء

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{0.05} = 2 \times 10^{-13}\ M$

حتى بائع الورد
سيفرح كثيراً لو اهديته وردة



رابعا :- محاليل القواعد القوية

ان القواعد القوية عندما تذوب في الماء فأنها تتأين تأيناً تاماً وتعطي OH^- - يعني تتفكك بسهم واحد(⟵)

من اهم القواعد القوية :-

هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)	$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$
هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)	$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$
هيدروكسيد الكالسيوم ($Ca(OH)_2$)	$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$
هيدروكسيد الباريوم ($Ba(OH)_2$)	$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$
هيدروكسيد الليثيوم (Li OH)	$LiOH \longrightarrow Li + OH$
هيدروكسيد الربيديوم (RbOH)	$RbOH \longrightarrow Rb + OH$

لحساب POH , PH , $[H^+]$, $[OH^-]$ نتبع مايأتي :-

1- نكتب معادلة تأين القاعدة القوية وبسهم واحد (⟵)

2- اذا كانت القاعدة احادية الهيدروكسيد فأن [OH] = [القاعدة القوية]

اذا كانت القاعدة متعددة الهيدروكسيد فأن [OH] = [القاعدة القوية] × عدد مجاميع الهيدروكسيد (2)

3- بعد ان نستخرج [OH] نبدأ بتطبيق القوانين وحسب مايطلب في السؤال :-

$POH = -\text{Log}\,[OH^-]$

$PH = 14 - POH$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{[OH]}$

س :- احسب قيم $[OH^-]$, $[H^+]$, PH , POH للمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ والذي تركيزه 0.015 M ؟

الحـــــــــــــــل :-

$Ca(OH)_2 \longrightarrow$	Ca^{+2}	$+ 2OH^-$
0.015	0	0
0	0.015	2 (0.015)

نلاحظ ان القاعدة $Ca(OH)_2$ هي قاعدة ثنائية الهيدروكسيد لذلك يضرب تركيز القاعدة × 2 لايجاد تركيز الـ [OH]

$[OH] = 2 \times 0.015 \Longrightarrow [OH] = 0.03 = 3\times 10^{-2}$

$POH = -\text{Log}\,[OH]$

$POH = -\text{Log}\,3 \times 10^{-2}$

$POH = 2 - \text{Log}\,3$ ⟵ Log 3 =

$POH = 2 - 0.47$

$POH = 1.53$

$PH = 14 - POH \Longrightarrow PH = 14 - 1.53$

$PH = 12.47$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{[OH]}$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{3\times10^{-2}}$

$[H^+] = 0.33 \times 10^{-12}$

اعداد السكنر
الادمن
زيد الذهبي

أناقة لسانك هي ترجمة لأناقة فكرك ....
فلا ترفع صوتك ...
بل ارفع من مستوى كلماتك.

س :- احسب قيم PH و POH و $[H^+]$ و $[OH^-]$ لهيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.02 ؟

الحل :-

$$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

0.02	0	0
0	0.02	2(0.02)

$[OH^-] = 2(0.02) = 4\times10^{-2}$

$POH = - Log [OH^-]$

$POH = - Log\ 4 \times 10^{-2}$

$POH = 2 - Log\ 4 \rightarrow$ Log 4 = 0.6

$POH = 2 - 0.6$

$POH = 1.4$

$PH = 14 - POH$

$PH = 14 - 1.4 = 12.6$

$$[H^+] = \frac{1\times 10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{1\times 10^{-14}}{4\times 10^{-2}} = 0.25 \times 10^{-12}$$

س :- :- احسب قيم PH و POH و $[H^+]$ و $[OH^-]$ لهيدروكسيد الربيديوم RbOH بتركيز 0.06 ؟

الحل :-

$$RbOH \longrightarrow Rb^{+} + OH^-$$

0.06	0	0
0	0.06	0.06

$[OH^-] = 0.06 = 6\times10^{-2}$

$POH = - Log [OH^-]$

$POH = - Log\ 6\times10^{-2}$ — Log 6 = 0.78

$POH = 2 - Log\ 6$

$POH = 2 - 0.78$

$POH = 1.22$

$PH = 14 - POH$

$PH = 14 - 1.22 = 12.78$

$$[H^+] = \frac{1\times 10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{1\times 10^{-14}}{6\times 10^{-2}} = 0.17 \times 10^{-12}$$

فراغ وزاري (واجب)
محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.05M
فأن PH له يساوي --------------------



بعد ان رحلت كنت ابحث في رسائلك القديمة 000
فوجدت رسالة مكتوباً فيها 000
سأبقى معك الى الأبد

الادمن زيد الذهبي

اسئلة اثرائية ووزارية تخص الحوامض والقواعد القوية والضعيفة

س1 وزاري 1996 الدور الاول :-

ماوزن الانيلين اللازم اذابته في الماءليصبح حجم المحلول لتر واحد – محتوياً على ايونات OH^- بتركيز 2×10^{-6} mol/L اذا علمت ان $Ka = 4\times10^{-10}$ وان الكتلة المولية له تساوي 93 g/mol

الحل :-

س2 :- النسبة المئوية لتأين 0.05 M من حامض HA %2 احسب ثابت تأين الحامض ؟

س3 وزاري 1997 الدور الثاني :- احسب التركيز المولاري لحامض الخليك النسبة المئوية لتأينه %2

وان قيمة $Ka = 2 \times 10^{-5}$

س :- ما التركيز المولاري لــ OH^- في 100 ml من محلول يحتوي 0.001 mol من HCL ؟

خامسا :- الامـــــــــــــلاح

تصنف الاملاح الى اربعة اصناف :-

1- املاح مشتقة من قاعدة قوية و حامض قوي .
2- املاح مشتقة من قاعدة ضعيفة وحامض ضعيف.
3- املاح مشتقة من قاعدة قوية وحامض ضعيف .
4- املاح مشتقة من قاعدة ضعيفة و حامض قوي .

تستطيع ان تميز ان المركب هو ملح على الاغلب (وليس دائماً) من خلال كونه يتكون من مقطعين حيث :-
ان المقطع الاول ينتهي بـ {(يد) او (ات) او (يت)}
اما المقطع الثاني ينتهي بـ (يوم) مثل :-
كلوريد الصوديوم (NaCl) , نتريت البوتاسيوم (KNO_2)
نترات الامونيوم (NH_4NO_3)

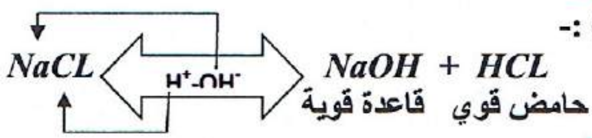
اولا :- ملح مشتق من قاعدة قوية و حامض قوي :-

ان هذا النوع من الاملاح يتكون من الايون الموجب من القاعدة القوية مع الايون السالب من الحامض القوي 0
وهذا النوع من الاملاح يعطي محاليل متعادلة 0 عـــــــــــلل ذلك ؟ (مهم وزاري متكرر)

(اجوبة التعاليل صفحة 22)

& نستطيع تمييز هذا النوع من الملح من خلال ما يأتي :-

1- نلجأ الى ارجاع الملح الى اصله (كما في مايأتي) :-



2- في هذا النوع من الاملاح لا يعطي K_a أو K_b

3 - تستطيع ايضاً ان تميز نوع الملح اذا اعطيت قيمة الـ PH أو POH او $[H^+]$ او $[OH^-]$

& _ كيفية التعامل حسابياً مع الاملاح المشتقة من قاعدة قوية و حامض قوي :-

ملاحظـــــــــــــــــــــــــــــة :- لا تعير أي اهتمام لأي معلومة في السؤال حيث ان :-

$$PH = 7 \quad , \quad POH = 7 \quad , \quad [H^+] = 1 \times 10^{-7} \quad , \quad [OH] = 1 \times 10^{-7}$$

مثال :- احسب قيمة PH و [OH] لمحلول 0.5 M من نترات الصوديوم $NaNO_3$ ؟

الحل :-

$NaNO_3$ ملح مشتق من حامض قوي (HNO_3) وقاعدة قوية (NaOH) لذلك ان :-

$PH = 7$
$[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$

ثانيا :- ملح مشتق من قاعدة ضعيفة و حامض ضعيف :-

ليس موضوع دراستنا في هذه المرحلة



نصيحة

لا تيأس اذا رجعت خطوة الى الوراء 0
ولاتنسى ان السهم يحتاج ان يرجع الى الوراء 0 حتى ينطلق الى الامام بقوة 0

استاذ الكيمياء : ابراهيم علي ابراهيم



ثالثا :- ملح مشتق من قاعدة قوية وحامض ضعيف :- (ملح ذو تأثير قاعدي)

عند اذابة هذا النوع من الاملاح في الماء فأن المحلول يكون ذو صفة قاعدية دائماً ؟ علل (الدور الاول 2013)

(اجوبة التعاليل صفحة 22)

& نستطيع تمييز الملح المشتق من قاعدة قوة وحامض ضعيف من خلال مايأتي :-

1- نلجأ الى ارجاع الملح الى اصله (كما في مايأتي) :-

CH_3COONa ⟷ (H^+-OH^-) $NaOH$ + CH_3COOH

قاعدة قوية   حامض ضعيف

2- في هذا النوع من الاملاح يعطي Ka

3- تستطيع ايضاً ان تميز نوع الملح اذا اعطيت قيمة الـ PH أو POH او $[H^+]$ او $[OH^-]$

حيث :- $PH > 7$ يكون الملح قاعدي التأثير

القوانين المستخدمة :-

احفظ

$$K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

حيث :- K_w = ثابت تأين الماء = 1×10^{-14}

K_h = ثابت التحلل المائي للملح

K_a = ثابت تفكك الحامض الضعيف

$$PK_h = PK_w - PK_a$$

حيث ان قيم (PK_h , PK_w , PK_a) تمثل

سالب لوغارتم (K_h , K_w , K_a) أي كل ($P = -\,Log$)

مهم

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$$

مهم

$$PH = \frac{1}{2}(PK_w + PKa + Log\ C)$$

حيث ان (C) :- تمثل تركيز الملح

ملاحظة :- تستطيع اختيار العلاقة حسب مايطلب منك في السؤال ،

واذا طلب منك حساب $[H^+]$, PH فأن أي من العلاقتين الاخيرتين توصل الى نفس النتيجة

- بمعنى :- مثلاً عندما يطلب الـ PH

فأنك تستطيع ان تستخرجه بشكل مباشر عن طريق القانون :- $PH = \frac{1}{2}(PK_w + PKa + Log\ C)$

وايضاً تستطيع ان تستخرج $[H^+]$ عن طريق القانون $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$ ثم تطبق $PH = -\,Log\,[H^+]$

ويكون اختيار الطريقة حسب الجذور واللوغارتيمات المعطاة في اسفل ورقة الامتحان



قطرة ماء في بيت النمل قد

تعتبر بحراً ...

الاشياء ليست بحجمها دائماً

بل بمقدر تأثيرها في الاخرين



مثال 3-11 :- احسب قيمة PH ؟ لمحلول ملح خلات الصوديوم تركيزه (0.01 M) في درجة حرارة 25 C علماً بأن قيمة $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل :-

$$PH = \frac{1}{2}\,(PK_w + PK_a + \text{Log } C)$$

رقم ثابت = 14

$$PH = \frac{1}{2}\,\{ (14) + (4.74) + (\text{Log } 0.01) \}$$

$$PH = \frac{1}{2}\,\{ 14 + 4.74 - 2 \}$$

$$PH = 8.37$$

Log 0.01
= $\text{Log } 10^{-2}$
= -2 Log 10
= -2

عزيزي الطالب
من الافضل ان تجد قيمة Pka على جهة اليمين ثم تطبق قيمتها في القانون كما في ماياتي :-

Pka = - Log Ka
Pka = $- \text{Log } 1.8 \times 10^{-5}$
Pka = 5 – Log 1.8
Pka = 5 – 0.26
Pka = 4.74

Log 1.8 = 0.26

تنويه :- هناك طريقة اخرى للحل وهي تطبق القانون $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$ ثم تطبق $PH = - \text{Log } [H^+]$

مثال 3-10 :- ماقيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل :-

قيمة ثابتة $K_W = 1 \times 10^{-14}$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} \Longrightarrow K_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \Longrightarrow K_h = 5.6 \times 10^{-10}$$

تمرين 3-10 :- احسب تركيز ايون الهيدروكسيد $[OH^-]$ ؟ 0 للمحلول المائي لملح سيانيد البوتاسيوم 0KCN وتركيز 0.1M $Ka = 4.9 \times 10^{-10}$ وهل المحلول حامضي ام قاعدي 0

الحل :-

ايضاح :- سوف نستخرج اولاً [H] من العلاقة $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$

ثم نستخرج $[OH^-]$ من العلاقة $[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[H^+]}$



$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-14} \times 4.9 \times 10^{-10}}{0.1}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{49 \times 10^{-25}}{0.1}}$$

$$[H^+] = \sqrt{49 \times 10^{-24}}$$

$$[H^+] = 7 \times 10^{-12} \text{ moL/L}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{7 \times 10^{-12}}$$

$$[OH^-] = 0.143 \times 10^{-2}$$

المحلول ذو تأثيـــر قاعدي

رابعا :- ملح مشتق من قاعـــدة ضعيفة و حامض قوي :- (ملح ذو تأثير حامضي)

عند ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء فأن المحلول يكون ذو صفة حامضية دائماً ؟ علـــــــــل ذلك

(اجوبة التعاليل صفحة 22)

& نستطيع تمييز الاملاح المشتقة من قاعدة ضعيفة وحامض قوي من خلال مايأتي :-

1- نلجأ الى ارجاع الملح الى اصله (كما في مايأتي) :-

$$NH_4CL \xrightleftharpoons{H^+\text{-}OH^-} NH_4OH + HCL$$

قاعدة ضعيفة   حامض قوي

2- في هذا النوع من الاملاح يعطي K_b

3- تستطيع ايضاً ان تميز نوع الملح اذا اعطيت قيمة الـ PH أو POH او $[H^+]$ او $[OH^-]$

حيث ان $PH < 7$ يكون الملح حامضي التأثير

القوانين المستخدمة :-

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

حيث :- K_w = ثابت تأين الماء = 1×10^{-14}

K_h = ثابت التحلل المائي للملح

K_b = ثابت تفكك القاعدة الضعيفة

$$[H^+] = \sqrt{C \times \frac{K_w}{K_b}}$$

مهم

حيث :- C = التركيز المولاري للملح

$$PH = \frac{1}{2}(PK_w - PK_b - Log\ C)$$

مهم

حيث ان قيم (PK_b , PK_w) تمثل

سالب لوغارتم (K_h , K_w) أي كل (P = - Log)



اكثر الاشياء ترحل ولا تعود

الا الدعاء يرحل بالرجاء ويرجع بالعطاء

مثال 3-12 : كم هي قيمة PH لمحلول كلوريد الامونيوم تركيزه 0.2 M ؟
اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_{b(NH3)} = 1.8 \times 10^{-5}$

الحـل :-

$$PH = \frac{1}{2}\{ PK_w - PK_b - Log\ C \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{(14) - (4.74) - (Log\ 0.2)\}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 14 - 4.74 - (-0.7) \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 14 + 0.7 - 4.74 \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 14.7 - 4.74 \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 9.96 \}$$
$$PH = 4.98$$

$Log\ 0.2 = Log 2\times10^{-1}$
$= -1 + Log\ 2$
$= -1 + 0.3$
$= -0.7$

عزيزي الطالب
اكرر ايضاً انه من الاسهل ان تقوم بحساب قيمة Pk_b
من خلال العلاقة $Pk_b = -Log\ K_b$
ثم تعويض الناتج في القانون بشكل مباشر
كما في مايأتي :-

$PK_b = -Log\ K_b$
$PK_b = -Log\ 1.8 \times 10^{-5}$
$PK_b = 5 - Log\ 1.8$
$PK_b = 5 - 0.26$
$PK_b = 4.74$

تمرين 3-11 :- احسب POH لمحلول نترات الامونيوم ($PK_b = 4.74$) بتركيز 0.5 M 0
وهل المحلول حامضي ام قاعدي ؟

$log\ 5 = 0.7$

الحـل :-

ايضاح :- نستخرج PH عن طريق العلاقة $PH = \frac{1}{2}\{ PK_w - PK_b - Log\ C \}$
ثم نطبق $POH = 14 - PH$

$$PH = \frac{1}{2}\{ PK_w - PK_b - Log\ C \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 14 - 4.74 - Log\ 0.5 \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 14 - 4.74 - (-0.3) \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 14.3 - 4.74 \}$$
$$PH = \frac{1}{2}\{ 9.56 \}$$
$$PH = 4.78$$

تم استخراج PK_b بنفس طريقة المثال السابق
$PK_b = -Log\ K_b$
$PK_b = -Log\ 1.8 \times 10^{-5}$
$PK_b = 5 - Log\ 1.8$
$PK_b = 5 - 0.26$
$PK_b = 4.74$

$Log\ 0.5 = Log\ 5\times10^{-1}$
$= -1 + Log\ 5$
$= -1 + 0.7$
$= -0.3$

$$POH = 14 - PH$$
$$POH = 14 - 4.78$$
$$POH = 9.22$$

المحلول ذو صفة حامضيـــــــــــــة - لأن $PH < 7$

ما لاتسمح به ظروفك اليوم قد تسمح به غداً 0
فلا تدع اليأس يتسرب الى قلبك لأول عقبة تعترض طريقك 0
واصل مسيرتك بثقة وهمة وستحقق كل الاهداف التي رسمتها في ذاكرتك 0
فلا حياة مع اليأس ولا يأس مع الحياة

استاذ الكيمياء : ابراهيم علي ابراهيم

السؤال 3-16 :- احسب قيمة PH و $[OH^-]$ لمحاليل الاملاح الاتية :-

1- 0.1 M سيانيد الصوديوم NaCN علما ان $Ka\ (HCN) = 4.9\times10^{-10}$ وان $Log\ 4.9 = 0.7$

2- 0.25 M نترات الامونيوم NH_4NO_3 علماً ان $K_b\ (NH_3) = 1.8\times10^{-5}$ وان $Log\ 25 = 1.4$

3- 0.5 M نترات الصوديوم $NaNO_3$

الحـــل :-

في هذا السؤال تم التبسيط اثناء تطبيق القانون

(1) ان الملح NaCN ملح مشتق من قاعدة قوية وحامض ضعيف

$PH = ½ \{ PK_W + Pk_a + Log\ C \}$

$PH = ½ \{ 14 + (-Log4.9\times10^{-10}) + Log\ 0.1 \}$

$PH = ½ \{ 14 + (10-Log4.9) + (Log1\times10^{-1}) \}$

$PH = ½ \{14 + (10-0.7) + (Log1\times10^{-1}) \}$

$PH = ½ \{14 + 9.3 + (-1) \}$

$PH = ½ \{22.3\}$

$PH = 11.15$

Log 4.9 = 0.7

ثم تستخرج $[H^+]$ تمهيداً لأستخراج $[OH^-]$ المطلوب في السؤال

(الحل واجب للطالب مع استخراج اللوغارتيمات والجذور التي قد يحتاجها)

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-11.15}$

$[H^+] =$

---

(2) ان ملح NH_4NO_3 هو ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

$PH = ½ \{ PK_W - PK_b - Log\ C \}$

$PH = ½ \{ 14 - (-Log\ 1.8\times10^{-5}) - Log\ 0.25 \}$

$PH = ½ \{ 14 - (5-Log1.8) - Log\ 25\times10^{-2} \}$

$PH = ½ \{14 - (4.74) - (-2+Log\ 25) \}$

$PH = ½ \{14 - (4.74) - (-2 + 1.4) \}$

$PH = ½ \{14 - (4.74) - (-0.6) \}$

$PH = ½ \{14 - 4.74 + 0.6 \}$

$PH = ½ \{14.6 - 4.74 \}$

$PH = ½ \{ 9.86 \}$

$PH = 4.93$

Log 25 = 1.4

ثم تستخرج $[H^+]$ تمهيداً لأستخراج $[OH^-]$ المطلوب في السؤال

(الحل واجب للطالب مع استخراج اللوغارتيمات والجذور التي قد يحتاجها)

---

(3) ان ملح نترات الصوديوم هو ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية
وهو لايعاني من تحلل مائي لذلك يكون محلوله المائي متعادل

$PH = 7$

$[OH^-] = 1\times10^{-7}$



محطة استراحة :-

الزوجة :- حبيبي اذا اموت أتغسلني ؟

الزوج :- حبيبتي انتي بس موتي حتى شعرج امشطه

تعاليـــــل الامـــــلاح :- (مهم جداً وزاري وزاري وزاري)

ملاحظة :- لكل حامض ضعيف قاعدة قرينة قوية ولكل قاعدة ضعيفة حامض قرين قوي

وعند اذابة الاملاح في الماء فأن القرين القوي هو الذي يتفاعل مع الماء

علل :- عند اذابة الاملاح المشتقة من قاعدة قوية وحامض قوي تعطي محاليل متعادلة ؟

ج :- وذلك لأن الاملاح المشتقة من قاعدة قوية وحامض قوي يكون القرين الحامضي والقاعدي لها ضعيف لذلك لاتتفاعل مع الماء بشكل ملحوظ ولاتجعل التفاعل يضطرب لذلك يبقى PH لها = 7 اي يبقى المحلول متعادل

& انتبه :- قد يعطي ملح من هذا النوع مثلاً NaCl ويسأل مثلاً الاسئلة الاتية :-

لماذا $PH = 7$ او $[H^+] = [OH^-]$ او $[Na^+] = [Cl^-]$

والجواب يكون :- لأن ملح NaCl ملح مشتق من من قاعدة قوية NaOH ويكون الحامض القرين لها ضعيف وحامض قوي HCl وتكون القرينة لها ضعيفة – وبما ان القرائن ضعيفة فأنها لاتتفاعل مع الماء بشكل ملحوظ ولا تجعل التفاعل يضطرب لذلك $PH = 7$ او $[H^+] = [OH^-]$ او $[Na^+] = [Cl^-]$

علل :- عند اذابة الاملاح المشتقة من قاعدة ضعيفة وحامض قوي فأن المحلول يكون ذو صفة حامضية

ج :- وذلك لأنه اذابة هذا النوع من الاملاح في الماء

فسوف يتحد الايون الموجب من الملح (والذي يمتلك حامض قرين قوي) مع (OH^- من الماء)

فيزداد تركيز H^+ فتنخفض قيمة PH ويصبح المحلول حامضي التأثير 0

& انتبه :- قد يعطي ملح من هذا النوع مثلاً NH_4Cl ويسأل احد (واكرر أحد) الاسئلة الاتية :-

$PH < 7$ او $[H^+] > [OH^-]$ او $[NH_4^+] < [Cl^-]$

والجواب يكون :- وذلك لأنه عند اذابة ملح NH_4Cl في الماء

فأن الايون الموجب من الملح (ايون NH_4^+) يمتلك حامض قرين قوي يتحد مع (OH^- من الماء)

فيزداد تركيز H^+ فتنخفض قيمة PH ويصبح المحلول حامضي التأثير .

وايضاً $PH < 7$ او $[H^+] > [OH^-]$ او $[NH_4^+] < [Cl^-]$

$NH_4CL \longrightarrow NH_4^+ + CL^-$ (حامض قرين قوي)

$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$

وزاري 2011 الدور الاول :- في محلول NH_4CL لماذا يكون $[NH_4^+]<[CL^-]$

علل :- عند اذابة الاملاح المشتقة من قاعدة قوية وحامض ضعيف فأن المحلول يكون ذو صفة قاعدية

ج :- وذلك لأنه اذابة هذا النوع من الاملاح في الماء

فسوف يتحد الايون السالب من الملح (والذي يمتلك قاعدة قرينة قوية) مع (H^+ من الماء)

فيزداد تركيز OH^- في المحلول لذلك ترتفع قيمة PH أي يصبح المحلول قاعدي التأثير .

انتبه :- قد يعطي ملح من هذا النوع مثلاً CH_3COONa ويسأل احد (واكرر أحد) الاسئلة الاتية :-

$PH > 7$ او $[H^+] < [OH^-]$ او $[Na^+] > [CH_3COO^-]$

والجواب يكون :- وذلك لأنه عند اذابة ملح CH_3COONa في الماء

فأن الايون السالب من الملح (ايون CH_3COO^-) يمتلك قاعدة قرينة قوية تتحد مع (H^+ من الماء)

فيزداد تركيز OH^- في المحلول لذلك ترتفع قيمة PH ويصبح المحلول قاعدي التأثير .

وايضاً $PH > 7$ او $[H^+] < [OH^-]$ او $[Na^+] > [CH_3COO^-]$

مع كتابة معادلة التفكك للملح بسهم وللماء بسهمين متعاكسين

مثال 3-13 :- ما التأثير الذي تحدثه اضافة (8.2 g) (0.1 moL) من ملح خلات الصوديوم الى لتر واحد من حامض الخليك (CH_3COOH) بتركيز (0.1 moL/L) على تركيز ايون H^+ عند 25C ؟ علماً ان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

الحــــــــــــــــــل :-

$CH_3COOH \rightleftharpoons$	CH_3COO^-	$+ H^+$
0.1 M	0	0
(0.1 – X)	X	X

مسطرة



$$Ka = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.1-X)}$$

$$X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$X = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}}$$

$\sqrt{1.8} = 1.3$

$$X = 1.3 \times 10^{-3}$$

$$[H^+] = 1.3 \times 10^{-3} \ moL/L$$

والان نستخرج Ka بعد اضافة الملح

$CH_3COOH \rightleftharpoons$	CH_3COO^-	$+ H^+$
0.1 M	0	0
0.1 – X	X	X

حرف T

$CH_3COONa \longrightarrow$	CH_3COO^-	$+ Na^+$
0.1 M	0	0
0	0.1 M	0.1 M



$$Ka = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(0.1+X)}{(0.1-X)}$$

تهمل قيمة X دائماً

تهمل قيمة X دائماً

$0.1 + X = 0.1$ وايضاً $0.1 - X = 0.1$ أي تهمل قيم X

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(0.1)}{(0.1)}$$

$$X = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = 1.8 \times 10^{-5} \ mol/L$$

- عند مقارنة تركيز H^+ في المحلول المائي لحامض الخليك (قبل اضافة الملح وبعد اضافة الملح) سنلاحظ ان التركيز قد انخفض من 1.3×10^{-3} الى 1.8×10^{-5} بسبب نقصان تفكك حامض الخليك نتيجة لاضافة ملح خلات الصوديوم وذلك لوجود ايون مشترك بين المركبين 0

تمرين 3-11:- ما هو التأثير الناتج من اضافة (26.75 g) (0.5 moL) من محلول كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز (0.1 M) على درجة تفكك القاعدة ؟ علماً ان $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

الحـــــــل :-

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons$	NH_4^+	$+ OH^-$
0.1	0	0
(0.1-X)	X	X

مسطر

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.1-X)}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1}$$

تهمل

$$X^2 = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1$$

$$X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$X = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}}$$

$$X = 1.3 \times 10^{-3}$$

$$[OH] = 1.3 \times 10^{-3} \ moL/L$$

وزاري 2013 الدور الاول :- ما التأثير الناتج من اضافة 26.75 g من ملح كلوريد الامونيوم (الكتلة المولية له = 53.5 g/mol) الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1M على درجة تفكك القاعدة (الامونيا) ؟
علماً ان ثابت تفكك الامونيا $K_b = 2\times10^{-5}$
الحل :- عزيزي الطالب
تتبع نفس طريقة الحل بالضبط في الجزء الاول من الحل(طريقة المسطرة)
اما في الجزء الثاني (طريقة حرف T) فانك تجد التركيز المولاري للملح (حيث اعطى كتلة وكتلة مولية للملح والحجم واحد لتر) ثم تتابع الطريقة (طريقة حرف T)
- **راجع الملاحظات في اسفل صفحة الايون المشترك**

حرف T

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons$	NH_4^+	$+ OH^-$
0.1	0	0
(0.1-X)	X	X

NH_4CL	NH_4^+	$+ CL^-$
0.5	0	0
0	0.5	0.5



انتظرك 00 وانا اعرف بأنك كالامس لن

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(0.5+X)}{(0.1-X)}$$

تهمل قيم X

$0.5 + X \approx 0.5$ ، $0.1 - X \approx 0.1$ أي تهمل قيم X ، ثم طرفين × وسطين

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(0.5)}{(0.1)}$$

$$0.5 \times X = (1.8 \times 10^{-5}) \times (0.1)$$

$$X = \frac{(1.8\times 10^{-5})(0.1)}{(0.5)} \Longrightarrow X = \frac{1.8\times 10^{-6}}{0.5}$$

$$X = 3.6 \times 10^{-6} \rightarrow [OH] = 3.6 \times 10^{-6} \ mol/L$$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{[OH]}{[\text{القاعدة}]}$$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{3.6\times10^{-6}}{0.1} = 0.36 \times 10^{-4}$$ - أي ان درجة تفكك القاعدة اكبر بمقدار 360 مرة

سابعا :- المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

محلول بفر :- هو محلول مائي مكون من مزيج من (حامض ضعيف مع احد املاحه) او (قاعدة ضعيفة مع احد املاحها) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (PH) عند اضافة كميات قليلة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه 0 **(وزاري 2013 الدور الاول ومتكرر)**

محلول بفر يأخذ حالتين :-

الحالة الاولى :- حامض ضعيف مع احد املاحه

ويستخدم لهذه الحالة القوانين الاتية :-

$$[H^+] = K_a \times \frac{[aCid]}{[SaLt]}$$

$$PH = PK_a - Log\frac{[aCid]}{[SaLt]} \quad Or \rightarrow \quad PH = PK_a + Log\frac{[SaLt]}{[aCid]}$$

(أ) اذا اضفنا حامض قوي اليه ← **يزداد الحامض (+) ويقل الملح (-)**

فتصبح العلاقة بالشكل الاتي :-

$$PH = Pka + Log\frac{[Salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

(ب) اذا اضفنا قاعدة قوية اليه ← **يقل الحامض (-) ويزداد الملح (+)**

فيصبح القانون بالشكل :-

$$PH = Pka + Log\frac{[Salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

الحالة الثانية :- قاعدة ضعيفة مع احد املاحها

ويستخدم لهذه الحالة القوانين الاتية :-

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[base]}{[salt]}$$

$$POH = PK_b - Log\frac{[base]}{[salt]} \quad Or \rightarrow \quad POH = PK_b + Log\frac{[salt]}{[base]}$$

(أ) اذا اضفنا حامض قوي اليه ← **تقل القاعدة (-) ويزداد الملح (+)**

فيصبح القانون بالشكل :-

$$POH = PK_b + Log\frac{[salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$$

(ب) اذا اضفنا قاعدة قوية اليه ← **تزداد القاعدة (+) ويقل الملح (-)**

فيصبح القانون بالشكل :-

$$POH = PK_b + Log\frac{[salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$$

قدمت وعفوك عن مقدمي حسيراً، اسيراً، كسيراً، ضمي

انا مذ كنت طفلاً عشقت الحسين رضاعاً والى الان لم افطمِ

مثال 3-14 احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من $0.1\ M$ من حامض الخليك و $0.2\ M$ من خلات الصوديوم علما ان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

الحـــــــــــــــل :-

$$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$[H^+] = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.2}$$

$$[H^+] = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.5 = 0.9 \times 10^{-5} = 9 \times 10^{-6}$$

$$[H^+] = 9 \times 10^{-6}\ M$$

$$PH = -\ Log\ [\ H^+\ ]$$

$$PH = -\ Log\ 9 \times 10^{-6}$$

$$PH = 6 - Log\ 9$$

$Log\ 9 = 0.96$

$$PH = 6 - 0.96$$

$$PH = 5.04$$

طريقــــة اخـــــرى

$$PH = PKa + Log\ \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$PH = 4.74 + Log\ \frac{0.2}{0.1}$$

$$PH = 4.74 + Log\ 2$$

$Log\ 2 = 0.3$

$$PH = 4.74 + 0.3$$

$$PH = 5.04$$

نحسب قيمة Pka حتى نطبق قيمتها جاهزة في القانون

$Pka = -\ Log\ Ka$

$Pka = -\ Log\ 1.8 \times 10^{-5}$

$Pka = 5 - Log\ 1.8$

$Pka = 5 - 0.26$

$Pka = 4.74$

$Log\ 1.8 = 0.26$

تنويه :- يكون اختيار طريقة الحل في هذا السؤال او غيره حسب الجذور واللوغارتيمات المعطاة في السؤال ولكن من الافضل ان تحفظ بعض اللوغارتيمات والجذور (الكثيرة الاستخدام) حتى يتاح لك اختيار الطريقة الاسهل



يحدث كثيراً ...
ان الذي يتعهد لك بالبقاء يكون اول المغادرين........

تمرين 3-13:- احسب قيمة PH لمحلول يحتوي (NH_3) بتركيز ($0.15\ moL/L$) و(NH_4CL) بتركيز ($0.3\ mol/L$) وقارن النتيجة مع قيمة PH لمحلول الامونيا بتركيز ($0.15\ M$)

علماً ان $PK_b = 4.74$ وان $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ **(وزاري 2013 الدور التمهيدي)**

أستفد :- $Log\ 1.64 = 0.22$, $Log\ 2 = 0.3$ ، $\sqrt{2.7} = 1.64$

الحــــــــــل :-

$POH = PK_b + Log \frac{[Salt]}{[base]}$

$POH = 4.74 + Log \frac{0.3}{0.15}$

$POH = 4.74 + Log\ 2$ ← Log 2 = 0.3

$POH = 4.74 + 0.3$

$POH = 5.04$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 5.04 \Rightarrow PH = 8.96$

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

NH_3		NH_4^+	OH^-
0.15		0	0
0.15 – X		X	X

$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$

$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15 - X}$ ← تهمل قيمة X

$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15}$

$X^2 = (1.8 \times 10^{-5}) \times (0.15) = 0.27 \times 10^{-5} = 2.7 \times 10^{-6}$

$X = \sqrt{2.7 \times 10^{-6}}$ $\sqrt{2.7} = 1.64$

$[OH] = 1.64 \times 10^{-3}\ M$

$POH = -Log[OH]$

$POH = -Log\ 1.64 \times 10^{-3}$

$POH = 3 - Log\ 1.64$ ← Log 1.64 = 0.22

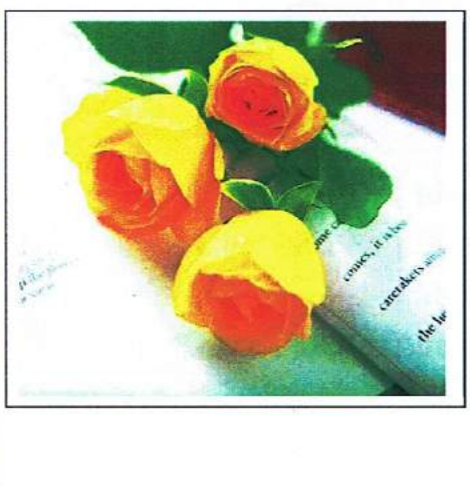
$POH = 3 - 0.22$

$POH = 2.78$

$PH = 14 - POH$

$PH = 14 - 2.78$

$PH = 11.22$



مثال 3-15 :- ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول الامونيا يحتوي على ($PK_b = 4.74$) بتركيز ($0.1\ M$) لتكون قيمة PH المحلول تساوي 9 ؟   استفد :- $Log1.82 = 0.26$

الحل :-

$POH = 14 - PH$

$POH = 14 - 9$

$POH = 5$

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \frac{[salt]}{0.1}$$

$$5 - 4.74 = \text{Log} \frac{[Salt]}{0.1}$$

$$0.26 = \text{Log} \frac{[Salt]}{0.1}$$

$$\text{Log}^{-1}\ 0.26 = \frac{[salt]}{0.1}$$

Log 1.82 = 0.26 or Log^{-} 0.26 = 1.82

$$1.82 = \frac{[salt]}{0.1}$$

$$[salt] = 1.82 \times 0.1 = 0.182\ moL/L$$

تمرين 3-14:- ما تركيز حامض الخليك في محلول يحتوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز (0.3 M) اذا علمت ان PH المحلول = 4.31   علماً ان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ او $PK_a = 4.74$

الحل :-

$$PH = PKa + \text{Log} \frac{[salt]}{[asid]}$$

$$4.31 = 4.74 + \text{Log} \frac{0.3}{[asid]}$$

$$4.31 - 4.74 = \text{Log} \frac{0.3}{[asid]}$$

$$-0.43 = \text{Log} \frac{0.3}{[asid]}$$

$$\text{Log}^{-1}(-0.43) = \frac{0.3}{[asid]}$$

$$0.366 = \frac{0.3}{[asid]}$$

Log 0.366 = - 0.43   or Log^{-} - 0.43 = 0.366

حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين
ثم البعيد على القريب

$$[asid] = \frac{0.3}{0.366}$$

$$[asid] \times 0.366 = 0.3$$

$$[asid] = \frac{0.3}{0.366}$$

$$[asid] = 0.82\ M$$



السؤال 3-12:- احسب كتلة ملح خلات الصوديوم (M = 82 g/moL) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول (0.125 M) حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة (PH = 4.74) وان PKa = 4.74 ؟

الحـــــــــــــــــــــــــــــــــــل :-

ملاحظة :- عندما يطلب (الكتلة او الوزن او عدد الغرامات لمادة) فأنك نعتبر ان التركيز لـهـذه المادة هو المجهول ثم تجد الكتلة من العلاقة :- الكتلة = التركيز المولاري × الحجم باللتر × الكتلة المولية

$$PH = PKa + Log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.74 = 4.74 + Log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$4.74 - 4.74 = Log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$0 = Log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$Log^{-1} 0 = \frac{[salt]}{0.125}$$

$$1 = \frac{[salt]}{0.125}$$

$$[salt] = 0.125 \ mol/L$$

الان نستخرج الكتلة من قانون التركيز المولاري

$$m = M\,(mol/L) \times V\,(L)\, M\,(g/mol)$$

$$m = 0.125 \times 1 \times 82$$

$$m = 10.25 \ g$$

السؤال 3-14 :- اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو (PH = 9) من مزيج NH_3 مع NH_4Cl 0 كم يجب ان تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ ؟ اذا علمت ان $PK_b = 4.74$

الحـــــــــــــــــــــــــــــــــــل :-

$$POH = 14 - PH$$

$$POH = 14 - 9$$

$$POH = 5$$

$$POH = PK_b + Log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = PK_b + Log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$5 = 4.74 + Log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$0.26 = Log\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$Log^{-} 0.26 = \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 1.82$$

Log 1.82 = 0.26

أي

Log^{-} 0.26 = 1.82

الامام زين العابدين (ع) :-

ان احسنت تعليم الناس ولم تخرق بهم ولم تضجر منهم زاد الله من فضله عليك وان منعت سلبك الله العلم وبهاؤه

السؤال 3-19 :- احسب كتلة كلوريد الامونيوم (M = 53.5) الواجب اضافتها الى (500 mL) من محلول (0.15 M) امونيا لجعل قيمة PH = 9 0 $PK_b = 4.74$ (وزاري 2013 الدور الثالث)

الحـــــل :-



POH = 14 – PH

POH = 14 – 9

POH = 5

$$POH = PK_b + Log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + Log\frac{[salt]}{0.15}$$

$$5 - 4.74 = Log\frac{[salt]}{0.15}$$

$$0.26 = Log\frac{[salt]}{0.15}$$

$$Log^{-1}0.26 = \frac{[salt]}{0.15}$$

Log 1.82 = 0.26
أي
Log- 0.26 = 1.82

$$1.82 = \frac{[salt]}{0.15}$$

$$[salt] = 1.82 \times 0.15$$

$$[salt] = 0.27\ mol/L$$

والان نقوم بأيجاد الكتلة عن طريق القانون

$$m\ (g) = M(moL/L) \times V(L) \times M(g/moL)$$

$$m_{NH4CL} = 0.27 \times \frac{500}{1000} \times 53.5$$

$$m_{NH4CL} = 7.22\ g$$

السؤال 3-11 :- ماتركيز الامونيا $[NH_3]$ في المحلول الذي يكون في حالة اتزان مع $[OH^-] = 1.2 \times 10^{-5}$ M , $[NH_4^+] = 0.01$ M وان $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟

الحـــــل :-

بما ان تركيز الايونات مختلف

اذن :- هذا يدل على ان الاتزان حصل بوجود ايون مشترك وانه محلول بفر

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[\text{القاعدة}]}{[\text{الملح}]}$$

$$1.2 \times 10^{-5} = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{[NH_3]}{0.01}$$

$$[NH_3] \times 1.8 \times 10^{-5} = 1.2 \times 10^{-5} \times 0.01$$

$$[NH_3] = \frac{1.2 \times 10^{-5} \times 0.01}{1.8 \times 10^{-5}}$$

$$[NH_3] = 6.67 \times 10^{-2}\ moL/L$$

جون جاك روسو :-
لم اجد في التأريخ شخص يستحق كلمة أستاذ بمفهومها سوى رجل واحد...وهو علي ابن ابي طالب (ع)
كم انت عظيم يا أبا الحسن

السؤال 3-13-:- (أ) ما قيمة الاس الهيدروجيني PH لمزيج بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) ($Ka = 4.5 \times 10^{-4}$) بتركيز (0.12 M) ونتريت الصوديوم ($NaNO_2$) بتركيز (0.15 M) ؟

(وزاري 2013 الدور الثاني)

الحل :-

$$PH = PKa + Log\frac{[Salt]}{[asid]}$$

$$PH = 3.35 + Log\frac{0.15}{0.12}$$

$$PH = 3.35 + Log\ 1.25$$

Log 1.25 = 0.097

$$PH = 3.35 + 0.097$$

$$PH = 3.45$$

Pka = - Log Ka
Pka = - Log 4.5 × 10^{-4}
Pka = 4 – Log 4.5
Pka = 4 – 0.65
Pka = 3.35

Log 4.5 = 0.65

انتبه بالنسبة الى اللوغارتيمات حيث ورد هذا السؤال في الوزاري نصاً ولكنه لم يعطي Log 1.25 = 0.097 بل اعطى(Log 5 = 0.7 واعطى Log 2 = 0.3) وبعد الاختصار سوف تحتاج الى Log 4 وبما انه اعطى Log 2 = 0.3 اذن Log 4 = 0.6 وهنا سوف يختلف عندك التبسيط ويكون الحل كالاتي :-

$$PH = PKa + Log\frac{[Salt]}{[asid]}$$

$$PH = 3.35 + Log\frac{0.15}{0.12}$$

$$PH = 3.35 + Log\frac{5}{4}$$

$$PH = 3.35 + \{ Log\ 5 - Log\ 4 \}$$

$$PH = 3.35 + \{ 0.7 - 0.6 \}$$

$$PH = 3.35 + 0.1$$

$$PH = 3.45$$

(ب) احسب الاس الهيدروجيني PH للمحلول الناتج بعد اضافة (1 g) من هيدروكسيد الصوديوم الى لتر واحد من محلول بفر (M = 40 g/mol)

الحـــــــــــــــــــــــــــــل :-

يجب ان نجد تركيز القاعدة NaOH وبما ان الحجم لتر واحد اذاً

$$[NaOH] = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})}$$

$$[NaOH] = \frac{1}{40}$$

$$[NaOH] = 0.025\ mol/L$$

اضافة قاعدة قوية الى حامض ضعيف وملحه سوف يزيد تركيز الملح (+) ويقل تركيز الحامض (-)

$$PH = PKa + Log\frac{[salt]+[OH]}{[asid]-[OH]}$$

$$PH = 3.35 + Log\ \frac{0.15+0.025}{0.12-0.025}$$

$$PH = 3.35 + Log\frac{0.175}{0.095}$$

$$PH = 3.35 + Log\ 1.84$$

Log 1.82 = 0.265

$$PH = 3.35 + 0.265$$

$$PH = 3.610$$

مثال 3-16:- احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH بعد اضافة (1 mL) من محلول حامض الهيدروكلوريك (HCL) بتركيز (10 M) الى لتر واحد من محلول بفر 0 مكون من حامض الخليك بتركيز (0.1 M) وخلات الصوديوم بتركيز (0.1 M) 0 علماً ان PKa = 4.74 0استفد :- Log 0.81 = - 0.087

الحـــــــــــــل :-

اولاً :- نحسب كمية (ملي مولات) حامض الخليك وخلات الصوديوم قبل الاضافة

$$mmol_{CH_3COOH} = M \times V(L)$$

$$mmol\ CH_3COOH = 0.1\ (mol/L) \times 1\ (L) = 0.1\ mol$$

$$mmol_{CH_3COONa} = M \times V(L)$$

$$mmol\ CH_3COONa = 0.1\ (mol/L) \times 1\ (L) = 0.1\ mol$$

ثانياً :- نحسب كمية (ملي مولات) H^+ المكافئة لكمية الحامض HCL المضاف

$$mmol_{H^+} = M \times V(L)$$

$$mmol_{H^+} = 10\left(\frac{mol}{L}\right) \times \frac{1}{1000}(L) = 0.01\ mol$$

نحسب الكميات والتراكيز لحامض الخليك وخلات الصوديوم بعد الاضافة

حيث سوف يزداد الحامض (+) ويقل الملح (-)

كمية حامض الخليك بعد الاضافة = 0.1 + 0.01 = 0.11 mol

كمية خلات الصوديوم بعد الاضافة = 0.1 – 0.01 = 0.09 mol

وبما ان الحجم لتر واحد فأن عدد المولات للملح والحامض هي نفسها تمثل التراكيز

$$PH = PK_a + Log\frac{[salt]-[H^+]}{[asid]+[H^+]}$$

$$PH = 4.74 + Log\frac{(0.1-0.01)}{(0.1+0.01)}$$

$$PH = 4.74 + Log\frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + Log\ 0.81$$

$$PH = 4.74 + (-0.087)$$

$$PH = 4.66$$

لاتنسى قد يعطي لك في السؤال لوغاريم ال11 و9 وهنا سيختلف لديك التبسيط كما في مثال سابق



عندما تسألني عن السعادة ؟
سأحدثك عن رب كريم ..ثم أمي ثم البعض النادر من الاخرين

تمرين 3-15_ احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH

1- لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز (0.1 M) وخلات الصوديوم بتركيز (0.1 M)

2- نفس محلول بفر ولكن بعد اضافة (2 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (5 M) .

ثم احسب مقدار التغير في PH 0 استفد   Log1.22 = 0.09   Pka = 4.74

الحـــــل :- (1)

$$PH = PKa + Log\frac{[salt]}{[asid]}$$

$$PH = 4.74 + Log\frac{0.1}{0.1}$$

$$PH = 4.74$$

اولاً :- نحسب كمية (ملي مولات) حامض الخليك وخلات الصوديوم قبل الاضافة

$$mmol_{CH_3COOH} = M \times V(L)$$

$$mmol\ CH_3COOH = 0.1\ (mol/L) \times 1\ (L) = 0.1\ mol$$

$$mmol_{CH_3COONa} = M \times V(L)$$

$$mmol\ CH_3COONa = 0.1\ (mol/L) \times 1\ (L) = 0.1\ mol$$

ثانياً :- نحسب كمية (ملي مولات) OH^- المكافئة لكمية القاعدة NaOH المضافة

$$mmol_{OH^-} = M \times V(L)$$

$$mmol_{OH^-} = 5 \times \frac{2}{1000}(L) = 0.01\ mol$$

نحسب الكميات والتراكيز لحامض الخليك وخلات الصوديوم بعد الاضافة

حيث سوف يزداد الملح (+) ويقل الحامض (-)

كمية خلات الصوديوم بعد الاضافة = 0.1 + 0.01 = 0.11 mol

كمية حامض الخليك بعد الاضافة = 0.1 – 0.01 = 0.09 mol

وبما ان الحجم لتر واحد فأن عدد المولات للملح والحامض هي نفسها تمثل التراكيز

$$PH = PKa + Log\frac{[salt]+[OH^-]}{[asid]-[OH^-]}$$

$$PH = 4.74 + Log\frac{(0.1+0.01)}{(0.1-0.01)}$$

$$PH = 4.74 + Log\frac{0.11}{0.09}$$

$$PH = 4.74 + Log\ 1.22$$

$$PH = 4.74 + 0.09$$

$$PH = 4.83$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.83 - 4.74 = 0.09$$

> لاتنسى قد يعطي لك في السؤال لوغاريم ال11 و9 وهنا سيختلف لديك التبسيط كما في مثال سابق

حلــول اسئلــة الحــالات الشــاذة

ان الحالات الشاذة هي الحالات التي لاتنطبق عليها القوانين والقواعد التي اعتدنا عليها في المواضيع السابقة وسأتطرق الى كيفية ايجاد الحلول لها خلال الاسئلة الثلاثة الاتية :-

---

السؤال 3-22 :- كم ستكون قيمة PH للمحلول الناتج من مزج 20 mL من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع 50 mL من 0.1 M حامض الخليك CH_3COOH ؟
علماً ان $K_a (CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

الحـــــــــــل :-

1- سوف نقوم بأيجاد تراكيز المادتين (CH_3COOH , NaOH) في الحجم الجديد 70 mL بعد المزج وذلك عن طريق علاقة التخفيف $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
$0.2 \times 20 = M_2 \times 70$
$M_2 = \frac{0.2\times20}{70} = 0.057$

تركيز NaOH بعد المزج

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
$0.1 \times 50 = M_2 \times 70$
$M_2 = \frac{0.1\times50}{70} = 0.071$

تركيز CH_3COOH بعد المزج

2- نكتب معادلة تفاعل المادتين ونطرح تركيز المادة الاقل من تراكيز المادتين ونعمل على الفائض وحسب مايأتي :

CH_3COOH	+ NaOH	⟶ CH_3COONa	+ H_2O
0.071	0.057	0	0
- 0.057	-0,057	0.057	
0.014	0	0.057	

مزيج بفر (حامض ضعيف وملحه)

$PH = Pka + Log \frac{[salt]}{[acid]}$

$PH = 4.74 + Log \frac{0.057}{0.014}$

تقريباً = Log 4

$PH = 4.74 + Log\ 4$
$PH = 4.74 + 0.6$
$PH = 5.34$



السؤال 3-23 :- عند اضافة 25 mL من 0.2 M محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى 50 mL من 0.1M من محلول حامض الخليك 0 ماذا ستكون قيمة الاس الهيدروجيني PH للمحلول الناتج ؟

الحـــــــــــــــــــــل :-

1- سوف نقوم بأيجاد تراكيز المادتين (CH_3COOH , NaOH) في الحجم الجديد 75 mL بعد المزج وذلك عن طريق علاقة التخفيف $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.2 \times 25 = M_2 \times 75$$
$$M_2 = \frac{0.2 \times 25}{75} = 0.066$$

تركيز NaOH بعد المزج

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.1 \times 50 = M_2 \times 75$$
$$M_2 = \frac{0.1 \times 50}{75} = 0.066$$

تركيز CH_3COOH بعد المزج

1- نكتب معادلة تفاعل المادتين ونطرح التركيز الاقل من تركيز المادتين ونعمل على الفائض كما في مايأتي :

CH_3COOH	+ NaOH	⟶ CH_3COONa	+ H_2O
0.066	0.066	0	0
- 0.066	-0.066	0.066	
0	0	0.066	

الناتج هو ملح فقط (مشتق من قاعدة قوية وحامض ضعيف)

$$PH = ½ \{ PK_W + Pka + Log\ C \}$$
$$PH = ½ \{ 14 + 4.74 + Log\ 0.66 \}$$
$$PH = ½ \{ 14 + 4.74 + (- 1.18) \}$$
$$PH = ½ \{ 18.74 - 1.18 \}$$
$$PH = ½ \{ 17.56 \}$$
$$PH = 8.78$$



سأروي لكم قصة قصيرة ..

كان ياما كان ....

لم يعد أحد كما كان .

السؤال 3-24 :- احسب قيمة PH لمحلول ناتج من مزج 26 mL من 0.2 M من هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع 50 mL من 0.1 M حامض الهيدروكلوريك ؟

الحــــــــــــــل :-

1- سوف نقوم بأيجاد تراكيز المادتين (HCL , NaOH) في الحجم الجديد 75 mL بعد المزج
وذلك عن طريق علاقة التخفيف $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.2 \times 26 = M_2 \times 76$$
$$M_2 = \frac{0.2 \times 26}{76} = 0.068$$

تركيز NaOH بعد المزج

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.1 \times 50 = M_2 \times 76$$
$$M_2 = \frac{0.1 \times 50}{76} = 0.065$$

تركيز HCL بعد المزج

2- نكتب معادلة تفكك الحامض القوي HCl والقاعدة القوية NaOH
ونجد تركيز H^+ القادم من الحامض وتركيز OH^- القادم من القاعدة
وسوف نجد ايهما قيمته اكبر ونطرح منه التركيز الاصغر ونعمل على الفائض لأيجاد PH كما في مايأتي :-

$NaOH \longrightarrow$	Na^+	$+ OH^-$
0.068	0	0
0	0.068	0.068

$HCl \longrightarrow$	H^+	$+ CL^-$
0.065	0	0
0	0.065	0.065

$[H^+] = 0.065$
$[OH^-] = 0.068$
$[OH^-] = 0.068 > [H^+] = 0.065$

$[OH^-] = [OH^-] - [H^+]$
$[OH^-] = 0.068 - 0.065 = 0.003$ M
$[OH^-] = 0.003 = 3\times10^{-3}$

$POH = - Log [OH^-]$
$POH = - Log\, 3 \times 10^{-3}$
$POH = 3 - Log\, 3$
$POH = 3 - 0.47$
$POH = 2.53$

Log 3 = 0.47

$PH = 14 - POH$
$PH = 14 - 2.53$
$PH = 11.47$



الذوبانية (S) وحاصل الاذابة (K_{SP})

الامام علي (ع) ان الفرصة تمر مرور السحاب في الصيف
فأنتهزوا فرص الخير وان هذا الموضوع يحمل لك (10 درجات)
في الامتحان الوزاري في الاغلب وهو يطرق بابك بشدة فلا

الذوبانية (S) :- هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة (أي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة .)

ثابت حاصل الاذابة (K_{SP}) :- هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الاتزان) للايونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً مرفوع الى اس يمثل مساوي لعدد المولات في المادة

K_{SP} = **حاصل ضرب التراكيز المولارية للايونات الناتجة فقط** من تفكك المركب مرفوعة الى اس يمثل عدد مولاتها في معادلة تفكك المركب الشحيح الموزونة .

اما (S) = الذوبانية المولارية

K_{SP} للمواد الشحيحة (احادية – احادية التكافؤ) مثل $AgCL$, $BaSO_4$ و - و - الخ .

$K_{SP} = S \times S = S^2$

K_{SP} للمواد الشحيحة (احادية – ثنائية التكافؤ) او (ثنائية – احادية التكافؤ) مثل CaF_2 و - - - الخ .

$K_{SP} = S \times (2S)^2 = 4S^3$

K_{SP} للمواد الشحيحة (ثنائي – ثلاثي التكافؤ) مثل $Ca_3(PO_4)_2$ - ألخ

$K_{SP} = (3S)^3 \times (2S)^2 = 108\ S^5$

أهم العوامل المؤثرة على الذوبانية

اولاً :- تأثير درجة الحرارة :- ان ذوبانية اغلب المواد الشحيحة الذوبان تزداد بأرتفاع درجة الحرارة 0 وتختلف هذه الزيادة بأختلاف المواد ؟ (تعليل وزاري)
لأن عملية الذوبان يصاحبها امتصاص طاقة حرارية للتغلب على قوى الترابط بين مكونات المادة المذابة ويتم الحصول عليها من انتشار او تميؤ مكونات المادة بعد التفكك (التأين) في الوسط المائي مما يؤدي الى انخفاض او ارتفاع في درجات الحرارة للمحلول تبعاً للفرق بين الطاقة الممتصة والمتحررة

ثانياً :- تأثير الايون المشترك :- ان وجود الايون المشترك يخفض ذوبانية أي مركب شحيح الذوبان حسب قاعدة لو شاتليه0 حيث يرجح التفاعل العكسي ويزيد من الترسيب 0

ثالثاً :- تأثير الاس الهيدروجيني :- تعتمد ذوبانية الكثير من المواد على تركيز ايون H^+ في المحلول 0 ومن اهم المواد التي يشكل ايون الهيدروجين او الهيدروكسيد احد مكوناتها مثل هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ حيث يتغير مقدار ذوبانية هذه المواد مع تغير قيمة PH للمحلول ومن خلال تأثير الايون المشترك

$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$ فأن اضافة حامض (زيادة تركيز H^+) في المحلول المشبع لهذا المركب يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ مع ايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء وهذا يؤدي الى اختلال في عملية الاتزان الممثلة بالمعادلة السابقة .

ولتعويض النقص الحاصل في ايونات OH^- تتفكك مزيد من جزيئات المركب (أي زيادة ذوبانيته) 0 اما عند اضافة قاعدة (ايونات OH^-) في المحلول المتزن لهذا المركب فأن ذلك يؤدي الى تقليل الذوبانية من خلال تأثير الايون المشترك

كيفية ايجاد الحلول لأسئلة الذوبانية وثابت حاصل الاذابة

1- نكتب معادلة تفكك المادة الشحيحة بسهمين متعاكسين

2- عندما يطلب حساب الذوبانية المولارية فأننا سنفرضها (S) مضروبة بعدد مولات الايونات الناتجة من التفكك

وفي **هذه الحالة** يجب ان يتوفر ثابت حاصل الاذابة K_{SP}

3- نطبق K_{SP} = تراكيز الايونات الناتجة مرفوعة الى اس يمثل عدد مولاتها بمعادلة التفكك

4- واذا **طلب الذوبانية** الغرامية أي الذوبانية (g/L) فأننا نطبق العلاقة :-

الذوبانية الغرامية (g/L) = الذوبانية المولارية (S) × الكتلة المولية M (g/moL)

- في حالة انه طلب **ثابت حاصل الاذابة** K_{SP} يجب ان يتوفر لديك قيم الذوبانية المولارية للايونات
- ***ان جميع الملاحظات سوف تدرج مع حلول الاسئلة***

(والتي تمثل حلول تمارين وامثلة واسئلة الكتاب)

اهم المواد الشحيحة الذوبان :-	معادلات التفكك
كلوريد الفضة (AgCL)	$AgCL \rightleftharpoons Ag^+ + CL^-$
بروميد الفضة (AgBr)	$AgBr \rightleftharpoons Ag^+ + Br^-$
كرومات الفضة (Ag_2CrO_4)	$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$
كبريتات الرصاص ($PbSO_4$)	$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO4^{-2}$
كبريتات الباريوم ($BaSO_4$)	$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$
فلوريد الكالسيوم (CaF_2)	$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$
فلوريد المغنيسيوم (MgF_2)	$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$
كرومات الباريوم ($BaCrO_4$)	$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$
يودات الباريوم ($Ba(IO_3)_2$)	$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^{-1}$
هيدروكسيد الخارصين ($Zn(OH)_2$)	$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^{-1}$
هيدروكسيد المغنيسيوم ($Mg(OH)_2$)	$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^{-1}$

وهناك املاح اخرى شحيحة الذوبان

& كيف تستطيع تمييز المادة شحيحة الذوبان ؟

اما يعطي الذوبانية المولارية (S) او يطلب الذوبانية المولارية

او يعطي ثابت حاصل الاذابة (K_{SP}) او يطلب ثابت حاصل الاذاب

محطة استراحة :-

رأى حكيماً رجلاً يضرب زوجته فقال له :-

العصى للبهائم اما النساء فتضرب بالنساء

(أي تزوج على زوجتك)

فقال الرجل :- لم افهم ما تقصد ايها الحكيم ؟؟؟

فقالت الزوجة :- حبيبي أستمر بالضرب هذا مجنون

س1 :- احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كلوريد الفضة AgCL في محلوله عند الاتزان اذا علمت ان (K_{sp} AgCL = 1.8×10^{-10}) (M= 143.5 g/mol) ؟

الحل :-

$$AgCL \rightleftharpoons Ag^{+} + CL^{-}$$

S S

$K_{sp} = [Ag^{+}][CL^{-}]$

$K_{sp} = S \times S = S^2$

$1.8\times10^{-10} = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{1.8\times10^{-10}}$

$S = 1.3\times10^{-5}$ mol/L

ولأستخراج الذوبانية بدلالة (g/L)

الذوبانية بدلالة (g/L) = الذوبانية المولارية (S) × الكتلة المولية (M)

(143.5 g/mol) × (1.3×10^{-5} mol/L) =

186.55×10^{-5} g/L =

س2 :- احسب الذوبانية المولارية S (التركيز المولاري للايونات الناتجة من تفكك القاعدة الشحيحة عند حالة الاتزان) والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ (M= 99.4 g/mol) اذا علمت ان K_{sp} $Zn(OH)_2$ = 1.2×10^{-17} ؟

الحل :-

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^{-}$$

S 2S

$K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^{-}]^2$

$1.2\times10^{-17} = (S)(2S)^2$

$4S^3 = 1.2\times10^{-17}$

$S^3 = \frac{1.2\times10^{-17}}{4} = \frac{12\times10^{-18}}{4} = 3\times10^{-18}$

$S = \sqrt[3]{3\times10^{-18}}$

$S = 1.44\times10^{-6}$ mol/L

ولأيجاد الذوبانية بدلالة (g/L)

الذوبانية بدلالة (g/L) = الذوبانية المولارية (S) × الكتلة المولية (M)

(99.4 g/mol) × (1.44×10^{-6} mol/L) =

1.43×10^{-6} g/L =



ملاحظة مهمة جداً :-عندما يرد في السؤال مادتين أحدهما مادة شحيحة الذوبان والاخرى تامة الذوبان وقد ذكر في السؤال (ماء) او (في المحلول المائي المشبع) فأن الحل يكون كالاتي :-

1- تكتب معادلة تفكك المادة الشحيحة وبسهمين متعاكسين وتجد الحلول (طريقة المسطرة)

2- تكتب معادلتين الاولى للمادة الشحيحة بسهمين متعاكسين والثانية للمادة التامة وبسهم واحد (طريقة الحرف T) وتجد الحلول - كما في (س3 و س4)

س3 :- قيمة ثابت حاصل الاذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي $K_{SP} = 6.5 \times 10^{-9}$

أ – احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي

ب – احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF الكتروليت قوي تركيزه 0.1 moL/L ثم قارن النتيجتين ؟

الحـــــــــــــــــــل :-

(أ)

$$MgF_2 \rightleftharpoons 2F^- + Mg^{+2}$$
$$\quad\quad\quad\quad 2S \quad\quad S$$

مسطرة

$K_{SP} = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2$

$6.5 \times 10^{-9} = (S)\,(2S)^2$

$6.5 \times 10^{-9} = 4S^3$

$S^3 = \frac{6.5 \times 10^{-9}}{4} = 1.625 \times 10^{-9}$

$S = \sqrt[3]{1.625 \times 10^{-9}}$

$S = 1.18 \times 10^{-3}$ mol/L

(ب) بعد ان اضفنا الكتروليت قوي (NaF) اصبح لدينا ايون مشترك

$$MgF_2 \rightleftharpoons 2F^- + Mg^{+2}$$
$$\quad\quad\quad\quad 2y \quad\quad y$$

حرف T

$$NaF \longrightarrow F^- + Na^+$$
$$\quad\quad\quad\quad 0.1 \quad\quad 0.1$$

$K_{SP} = [Mg^{+2}]\,[F^-]^2$

تهمل

$6.5 \times 10^{-9} = (y)\,(2y + 0.1)^2$

$6.5 \times 10^{-9} = (y)\,(0.1)^2$

$6.5 \times 10^{-9} = (y)\,(10^{-2})$

$y = \frac{6.5 \times 10^{-9}}{10^{-2}}$

$y = 6.5 \times 10^{-7}$ moL/L

لا تجادل الاحمق ...
فقد يخطيء الناس في التفريق بينكما

س4 :- ماهي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ علماً ان $K_{sp} = 1.57\times10^{-9}$

أ – في الماء النقي

ب – في ملح يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز $0.02\ mol/L$ ؟ ثم قارن النتائج

الحـــــــــــــــــــــــــــــــل :-

(أ)

مسطرة

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons 2IO_3^- + Ba^{+2}$$
$$\qquad\qquad\quad 2S \qquad\quad S$$

$K_{sp} = [Ba^{+2}]\,[IO_3^-]^2$

$K_{sp} = (S)\,(2S)^2$

$1.57 \times 10^{-9} = 4S^3$

$S^3 = \dfrac{1.57\times 10^{-9}}{4} = 0.3925 \times 10^{-9}$

$S = \sqrt[3]{0.3925 \times 10^{-9}}$

$S = 7.3 \times 10^{-4}\ mol/L$

أي ان الذوبانية المولارية لملح $Ba(IO_3)_2$ **في الماء النقي** تساوي $7.3 \times 10^{-4}\ mol/L$

(ب)

حرف

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons 2IO_3^- + Ba^{+2}$$
$$\qquad\qquad\quad 2y \qquad\quad y$$

$$KIO_3 \longrightarrow IO_3^- + K^+$$
$$\qquad\qquad 0.02 \qquad 0.02$$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][IO_3^-]$ — تهمل

$K_{sp} = (y)\,(0.02 + 2y)^2$

$1.57 \times 10^{-9} = (y)(0.02)^2$

$y = \dfrac{1.57\times 10^{-9}}{4 \times 10^{-4}} = 3.9 \times 10^{-6}\ mol/L$



- يلاحظ ان الذوبانية في الماء المقطر اكبر بكثير من الذوبانية بوجود ايون مشترك
- ويمكن ان تحسب الذوبانية

$$\frac{\text{الذوبانية المولارية في الماء النقي}}{\text{الذوبانية المولارية في محلول يودات البوتاسيوم}} = \frac{7.3\times 10^{-4}\ M}{3.9\times 10^{-6}\ M} = \frac{187}{1} = 187$$

- أي ان الذوبانية المولارية لملح $Ba(IO_3)_2$ في محلول KIO_3 بتركيز 0.02 هي اقل **بمقدار** 187 مرة

ملاحظة مهمة جداً :- عندما يرد في السؤال مادتين أحدهما مادة شحيحة الذوبان والاخر تامة الذوبان فأن طريقة الحل تكون كالأتي :-

تكتب معادلتين الاولى للشحيحة بسهمين متعاكسين والثانية للمادة التامة بسهم واحد (طريقة حرف T فقط) كما في (س 5)

س5 :- ماذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCL_2$ (الكتروليت قوي) يساوي 0.1 M ؟ اذا علمت ان $K_{SP}\ BaCrO_4 = 1.2\times10^{-10}$

الحـــــــــل :-

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons \underset{S}{Ba^{+2}} + \underset{S}{CrO_4^{-2}}$$

حرف T

$$BaCL_2 \longrightarrow \underset{0.1}{Ba^{+2}} + \underset{2(0.1)}{2CL^-}$$

$K_{SP} = [Ba^{+2}]\,[CrO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (0.1 + S)\,(S)$ تهمل

$1.2 \times 10^{-10} = (0.1)\,(S)$

$S = \dfrac{1.2\times 10^{-10}}{0.1}$

$S = 1.2 \times 10^{-9}\ moL/L$

ملاحظة مهمة :- عندما يذكر في السؤال احسب الذوبانية المولارية لمركب مثلاً ($Zn(OH)_2$, $Mg(OH)_2$) ويذكر ان المحلول ثبتت حموضته عند (رقم = PH) فأن الحل يكون كالأتي :-

1- نجد $[H^+]$ عن طريق العلاقة $[H^+] = 10^{-PH}$

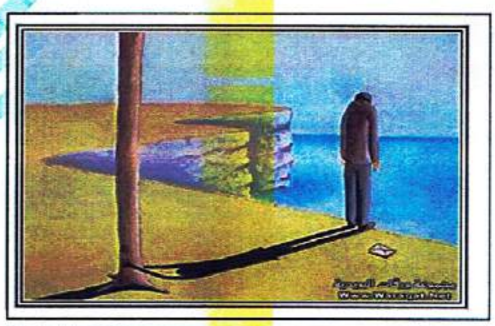
2- نجد $[OH^-]$ عن طريق العلاقة $[OH^-] = \dfrac{1\times 10^{-14}}{[H^+]}$

وتستطيع ان تطبق POH= 14 - PH ثم $[OH^-] = 10^{-POH}$ وتكمل الحل

3- تنتبه ان $[OH^-]$ لايضرب بعدد المولات في معادلة التفكك 0 اما في القانون فأنها ترفع الى اس بقدر عدد المولات

4- ثم تكمل الحلول لأيجاد الذوبانية المولارية

كما في الاسئلة (س6 و س7)



انى من يهمه الامر 00

لم يعد للامر اهمية

س6 :- احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ حيث ان $K_{SP} = 1.8\times10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت حموضته عند $PH = 10.5$ ؟

الحل :-

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{-10.5}$

$[H^+] = 3.2 \times 10^{-11}$ moL/L

فكرة رياضيات (تنطبق على الارقام العشرية)
1- تجمع وتطرح مع رقم صحيح اكبر من 10.5 وهو الرقم 11
-10.5 + 11 -11
(-10.5 + 11) -11
0.5 -11
2- ثم تضع الرقم 11- على الاساس 10
ويعطي ايظأ اسفل الاسئلة لوغارتيم (Log 3.2 = 0.5)
فتأخذ العكس أي (Log ¯ 0.5 = 3.2) لذلك يصبح الناتج بالشكل
3.2×10^{-11}

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{3.2\times10^{-11}}$

$[OH^-] = 3.1 \times 10^{-4}$ moL/L

$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$

S $\quad 3.1\times10^{-4}$

$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$

$1.8 \times 10^{-11} = (S)(3.1 \times 10^{-4})^2$

$S = \frac{1.8\times10^{-11}}{(3.1\times10^{-4})^2} = \frac{1.8\times10^{-11}}{96.1\times10^{-8}}$

$S = 1.9 \times 10^{-4}$ moL/L

وزاري 2013 الدور الثالث (واجب) :-
احسب الذوبانية المولارية لـ $Mg(OH)_2$ حيث $K_{SP}= 1.8\times10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت حموضته عند PH = 11

س7 :- احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ في محلول ثبتت حموضته عند
أ- (PH = 6) ب – (PH = 9) ثم ناقش النتائج ؟ اذا علمت ان $K_{SP} = 1.2 \times 10^{-17}$ ؟

الحل :-

(أ) وزاري 2013 الدور الثاني

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-6}$ moL/L

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$ moL/L

$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$

S $\quad 10^{-8}$

$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

$1.2 \times 10^{-17} = (S)(10^{-8})^2$

$S = \frac{1.2\times10^{-17}}{10^{-16}} = 1.2 \times 10^{-1} = 0.12$ moL/L

المناقشة
في PH = 6 يكون $[H^+] > [OH^-]$ وهذا يؤدي الى تفاعل ايونات H^+ مع ايونات OH^- وتكوين الماء وهذا يؤدي الى الاخلال بالاتزان فيتفكك مزيد من الملح أي :- زيادة الذوبانية

(ب)

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}$ moL/L

$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5}$ moL/L

$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$

S $\quad 10^{-5}$

$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2 \Longrightarrow 1.2 \times 10^{-17} = (S)(10^{-5})^2$

$S = \frac{1.2\times10^{-17}}{10^{-10}} = 1.2 \times 10^{-7}$ moL/L

المناقشة
في PH = 9 يكون $[H^+] < [OH^-]$ وهذا يزيح التفاعل بالاتجاه الخلفي وبذلك ستقل ذوبانية الملح بسبب تأثير الايون المشترك (OH^-)

س8 :- اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول مائي يساوي (2×10^{-2} M) 0 احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازم وجوده في المحلول لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 ؟ $K_{sp} = 4.9 \times 10^{-11}$

الحـــــــــل :-

ملاحظة :- اذا اعطى تركيز احد الايونات الناتجة في السؤال 0(فأنك لاتضربها × عدد المولات) لأن القيمة ستكون محسوبة مسبقاً 0 اما عند تطبيقك لعلاقة حاصل الاذابة فأنك ترفع هذا التركيز الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$$

$$X \qquad (2\times10^{-2})$$

ان هذه القيمة هي القيمة الواردة في السؤال نفسها ووضعناها اسفل ايون الفلوريد ولم نضربها ×2
وان الرقم 2×10^{-2} هو من باب المصادفة يحوي الرقم 2

$K_{SP} = (X)\,(2\times10^{-2})^2$

$4.9 \times 10^{-11} = (X)\,(2\times10^{-2})^2$

$X = \frac{4.9\times 10^{-11}}{4\times 10^{-4}} = 1.23 \times 10^{-7}$ moL/L

وان هذه القيمة تمثل ادنى تركيز من ايونات الكالسيوم

س9 :- ماعدد غرامات كرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M = 332 g / mol) التي يمكن ان تذوب في (100 mL) من الماء المقطر ؟ علماً ان $K_{SP} = 1.1 \times 10^{-12}$

ملاحظـــــة :- عندما يطلب حساب عدد الغرامات أي (الكتلة) فأننا :-

1- نعتبر ان الذوبانية المولارية (S) هي المجهول ونستخرجها
2- نطبق العلاقة { m(g) = S (moL/L) × V(L) × M(g/mol) }

أي :- عدد الغرامات = الذوبانية المولارية × الحجم باللتر × الكتلة المولية

الحـــــــــل :-

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+1} + CrO_4^{-2}$$

$$2S \qquad S$$



$K_{Sp} = [Ag^{+1}]^2\,[CrO_4^{-2}]$

$K_{Sp} = (2S)^2\,(S)$

$1.1 \times 10^{-12} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.1\times10^{-12}}{4} = 0.275 \times 10^{-12}$

$S = \sqrt[3]{0.275 \times 10^{-12}}$

$S = 0.65 \times 10^{-4}$ moL / L

والأن بعد ان استخرجنا الذوبانية المولارية نستطيع تطبيق العلاقة :-

عدد الغرامات = الذوبانية المولارية × الحجم باللتر × الكتلة المولية

m (g) = S (moL/L) × V (L) × M (g/mol)

$m\,(g) = 0.65 \times 10^{-4}$ (moL / L) $\times \frac{100}{1000}$ (L) × 332 (g/moL)

$m\,(g) = 2.158 \times 10^{-3}$ g

س10 :- ان تركيز أيون الكالسيوم ($M = 40\ g/moL$) في بلازما الدم يساوي ($0.1\ g/L$) فأذا كان تركيز أيون الاوكزالات يساوي ($1\times10^{-7}\ moL/L$) هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 ؟
اذا علمت ان $PK_{SP} = 8.64$ (وزاري 2013 الدور الاول)

ملاحظة مهمة جداً :-

- ان فكرة السؤال اعلاه هي مشابهة الى فكرة حاصل التفاعل الذي مر عليك في فصل التوازن الكيميائي 0 حيث يعطي ملح شحيح الذوبان ثم يسأل (هل تتوقع ان تحصل عملية ترسيب ؟) وفي هذه الحالة يجب ان تتبع الخطوات الاتية :-

1- **يجب ان يتوفر** لديك ثابت حاصل الاذابة K_{Sp} (يعطى او تستخرجه)
2- **يجب ان يتوفر** لديك الحاصل الايوني Q_{SP} حيث ان :-

الحاصل الايوني Q_{SP} :- يمثل حاصل ضرب التراكيز المولارية للايونات المكونة للملح الشحيح مرفوعة الى **(أس) يساوي** عدد مولاتها في المعادلة (نفس قانون K_{SP})

3 – بعد استخراج **قيمة الـ** K_{SP} و Q_{SP} نقوم بالمقارنة بينهما وحسب مايأتي :-

أ – أذا الحاصل الايوني Q_{SP} > ثابت حاصل الاذابة K_{SP} أذن :- تحصل عملية الترسيب
ب – أذا الحاصل الايوني Q_{SP} < ثابت حاصل الاذابة K_{SP} أذن :- لا تحصل عملية الترسيب
ج – أذا الحاصل الايوني Q_{SP} = ثابت حاصل الاذابة K_{SP} أذن :- هناك توازن بين ذوبان الراسب والترسيب

الحـــــــــل :-

أولاً :- سنعمل على ايجاد ثابت حاصل الاذابة

$P\,K_{SP} = 8.64$
$K_{SP} = 10^{-PK_{SP}} = 10^{-8.64}$
$K_{SP} = 2.3 \times 10^{-9}$

فكرة رياضيات
$-8.64\ +9\ -9$
$(-8.64 + 9) - 9$
$0.36\ \ -9$
حيث سترفع الـ 9- على الاساس 10 ويعطي $\text{Log } 2.3 = 0.36$ وسيصبح الناتج بالشكل
2.3×10^{-9}

ثانياً :- سنعمل على ايجاد الحاصل الايوني Q_{SP} بعد ان نهيأ قيم التراكيز

$[Ca^{+2}] = \frac{0.1\ g/L}{40\ g/mol} = 2.5 \times 10^{-3}\ moL/L$

بما اننا استخرجنا تركيز ايون الكالسيوم ولدينا تركيز الاوكزالات من السؤال أذن سنستخرج الحاصل الايوني

$CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$
$\qquad\qquad 2.5\times10^{-3} \quad 1\times10^{-7}$

$Q_{SP} = [Ca^{+2}]\,[C_2O_4^{-2}]$
$Q_{SP} = (2.5\times10^{-3})\,(1\times10^{-7})$
$Q_{SP} = 2.5 \times 10^{-10}$

ثالثاً :- سنقوم بالمقارنة :-

الحاصل الايوني Q_{SP} < ثابت حاصل الاذابة K_{SP}
$2.3 \times 10^{-9} > 2.5 \times 10^{-10}$

أذن لا يحصل ترسيب لأوكزالات الكالسيوم

س :- ماهي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي 2×10^{-10} التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالضهور في المحلول ؟

2014 الدور الثاني

علماً ان $K_{SP} = 5\times10^{-38}$ وان $\sqrt[3]{250} = 6.3$ وان Log 1.58 = 0.201

الحـــــــــــــــــــــــــــــــل :-

نكتب معادلة تفكك هيدروكسيد الحديد

$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$$
$$2\times10^{-10} \quad X$$

ثم نطبق العلاقة الرياضية للتعبير عن ثابت حاصل الاذابة

$K_{SP} = [Fe^{+3}][OH^-]$

$5\times10^{-38} = (2\times10^{-10})(X)^3$

$(X)^3 = \frac{5\times10^{-38}}{2\times10^{-10}} = \frac{5}{2}\times10^{-28} = 2.5\times10^{-28} = 250\times10^{-30}$

$X = \sqrt[3]{250\times10^{-30}}$

$X = 6.3\times10^{-10}$

$[OH^-] = 6.3\times10^{-10}$ mol/L

وهو يمثل ادنى تركيز لأيون الهيدروكسيد

ولأستخراج الدالة الحامضية PH سنحتاج الى استخراج $[H^+]$ اولاً من العلاقة

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{[OH^-]}$

$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{6.3\times10^{-10}}$

$[H^+] = \frac{1}{6.3}\times10^{-4} = \frac{10}{63}\times10^{-4} = \frac{100}{63}\times10^{-5}$

$[H^+] = 1.58\times10^{-5}$ mol/L

ولأستخراج PH سنطبق العلاقة ادناه

PH = - Log $[H^+]$

PH = - Log 1.58×10^{-5}

PH = 5 - Log 1.58

PH = 5 – 0.201

PH = 4.799

تمرين 3-15 مضاف :- احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH

أ- للتر من المحلول بفر من الامونيا بتركيز 0.1M وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M

ب- نفس المحلول بفر لكن بعد إضافة 1 Ml من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة ال PH . علماً ان pkb = 4.74

الحـــل :-

أ))

$$POH = PKb + Log \frac{[NH4Cl]}{[NH3]} \rightarrow POH = 4\text{-}74 + Log \frac{0.1}{0.1}$$

$$POH = 4.74 + Log\ 1 \longrightarrow POH = 4\text{-}74 + o \longrightarrow POH = 4\text{-}74$$

$$PH = 14 - 4\text{-}74 \longrightarrow PH_1 = 9.26$$

ب)) بعد الإضافة

$$mml_{NH_3} = M \times VCL) = o.1 \times 1 = o.1\ mol$$

$$mml_{NH_3} = M \times VCL) = o.1\times = o.1\ mol$$

$$mml_{H_2SO_4} = M \times VCL) = 10\times \frac{1}{1000} = o.o1mol$$

وبما ان الاحجم اصبح لتر واحد اذن التركيز = عدد المولات

ونلاحظ ان H_2SO_4 هو حامض ثنائي H^+

سيكون **mol 1L o.o2 = 2× o.o1 = [H^+]**

$$POH_2 = PKb + Log\frac{[NH_4cl]+[H]}{[NH_3]-[H]}$$

$$POH_2 = 4\text{-}74 + Log\frac{0.10+0.0_2}{0.10-0.0_2}$$

$$POH_2 + 4\text{-}74 + Log\frac{0.12}{0.08} \longrightarrow POH2 = 4\text{-}74 + \{ 1093 - log_2 \}$$

$$POH_2 = 4\text{-}74 + \{ 0.5 - 0.3 \} \longrightarrow POH2 = 4\text{-}94$$

$$POH_2 = 14 - POH2 \longrightarrow PH2 = 14 - 4.94 \longrightarrow PH2 = 9.06$$

$$\triangle PH = PH_2 - PH^1 \longrightarrow \triangle PH = 9.06 - 9.26$$

$$\triangle PH = -0.2$$

سؤال 3- 15 مضاف :- ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علماً ان $KsP = 1.6\times 10^{-10}$ وما ذوبانية بعد اضافة 1 ml من H_2SO_4 بتركيز 10 M الى لتر من محلول المشبع منه ؟

الحـــــــــــــــــــــــــــل :-

$$Ba\,so_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$\quad\quad\quad\quad s \quad\quad s$$

$ksp = [\,Ba^{+2}\,]\;[\,SO_4^{-2}]$

$ksp = s^2$

$1.6 \times 10^{-8} = S^2 \longrightarrow S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}} \longrightarrow S = 1.26\;\;10^{-4}$ mol1L

بعد الاضافة (H_2SO_4) سوف يصبح لدينا (ايون مشترك) ولكن قبل ذلك يجب ان نستخرج (تركيز H_2SO_4)

$M_1\times V_1 = M_2 \times V_2$

$10\times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1 \longrightarrow M_2 = \frac{10}{1000} \longrightarrow M_2 = 0.01$

$BaSO_4 \longrightarrow SO_4^{-2} + Ba$

$\quad\quad\quad\quad y \quad\quad y$

$H_2SO_4 \longrightarrow SO_4^{-2} + 2H^{+}$

0.01	0	0
0	0.01	2× 0.01

$KSP = (\,y\,)\,(\,0.01 + y\,)$

$1\text{-}6 \times 10^{-8} = (\,y\,)\,(\,0.01\,)$

$Y = \frac{1-6\times10^{-6}}{0.01} \longrightarrow y = 1\text{-}6 \times 10\text{-}6$ mol1L

لاحظ أن وجود الايون المشترك أدى إلى انخفاض قابلية الذوبان

السؤال 3 – 25 :- كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم (M = 56 g/mol) اللازم اضافتها الى 200ml من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

الحـــل :-

انتبه:- نلاحظ انه طلب في السؤال كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) وهو قاعدة قوية لذلك سوف نعمل على استخراج (تركيز القاعدة)

سوف نعمل على استخراج [OH^-] من قيمة الــ PH وكما يأتي :-

$PH = 11 \longrightarrow [H^+] = 10^{-PH} \longrightarrow [H^+] = 10^{-11}$

$[OH^-] = \frac{1\times110^{-14}}{1\times10^{-11}} \longrightarrow [OH^-] = 10^{-3}$ mol1L

وبما ان (KOH) هو قاعدة قوية احادية الـ OH

اذن :- [OH^-] = [القاعدة القوية]

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

10^{-3}	0	0
0	10^{-3}	10^{-3}

والان بعد ان اصبحت المتغيرات جاهزة سوف نقوم بتطبيق قانون الكتلة

$M(g) = M(\frac{mol}{L}) \times v(L) \times M(\frac{g}{mol})$

$M = 10^{-3} \times \frac{200}{100} \times 56$

$M = 0.0112$ g

السؤال 3- 19 :- احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كبريتات الفضه Ag_2SO_4 (M = 314 g/mol) و (PKsP = 4.92)

أ) في الماء النقي

ب) محلول 0.15M كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4

الحـــــل :-

$Ag_2SO_4 \longrightarrow 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

2S S

$KSP = [Ag^+]^2 [SO_4^{-2}]$

$KSP = 4S^3$

$1.2\ 10^{-5} = 4S^3$

$KSP = 10^{-PKSP}$

$KSP = 10^{-4.92}$

$(-4.92+5)-5$

$(0.08)-5$

$KSP = 1.2\times 10^{-5}$

$S^3 = \frac{1.2\times10^{-5}}{4} = \frac{12}{4}\times 10^{-6} \longrightarrow S^3 = 3\times 10^{-6}$

$S = \sqrt[3]{3\times10^{-6}} \longrightarrow S = 1.4\times 10^{-2}$ mol1L

الذوبانية (g1L) = $1.4\times10^{-2}\times 314$

= 4.396 (g1L)

$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons SO_4^{-2} + 2Ag^+$

Y 2y

$K_2SO_4 \longrightarrow SO_4 + 2K^+$

0.15 0 0

0 0.15 2× 2.12

$1.2\times 10^{-5} = (2y)^2 (0.15 + y)$

$4y^2 = \frac{1.2\times10^{-5}}{0.15} \longrightarrow 4y^2 = \frac{12\times10^{-6}}{15\times10^{-2}} \longrightarrow 4y^2 = 0.8\times 10^{-4}$

$4y^2 = 8\ 10^{-5} \longrightarrow y2 = \frac{8\times10^{-5}}{4} \longrightarrow y^2 = 2\times 10^{-5} \longrightarrow y^2 = 0.2\times 10^{-4}$

$Y = \sqrt{0.2\times10^{-4}} \longrightarrow y = 0.44\times10^{-2}$ mol1L

الذوبانية (g1L) = $(0.44\times10^{-2})\times 314$

= 1.3816 g1L

سوال 3- 4 مضاف :- ما عدد غرامات CH_3COOH (M = 60 g/mol) الواجب اضافتها الى 250 ml من الماء المقطر ليصبح PH للمحلول بعد الاضافة 2.7 علماً ان P_{ka} للحامض = 4.74 ؟

الحـــــــــــــل :-

. نلاحظ انه في السؤال عدد الغرامات (الكتلة) لحامض الخليك هو حامض ضعيف وبما ان تركيز الحامض مجهول لذلك سنعمل على استخراجه ثم تطبيق m = M vcL ×M

لذلك

اولاً:- سوف نستفيد من قيمه (PH) لأستخراج [H+] ومن pka لاستخراج قيمه ka

$[H^+] = 10^{-PH}$ ⟶ $[H^+] = 10^{-2.7}$

$[H^+]\ 2\times 10^{-3}\ \frac{mol}{L}$

(- 2.7 + 3) – 3
(0.3) – 3
2×10^{-3}

$Ka = 10^{-pka}$ ⟶ $ka = 10^{-4.74}$

$Ka = 1.8\times 10^{-5}$

(-2.74 + 5) – 5
(0.26) - 5
1.8× 10-5

ثانياً :- سوف نعمل على استخراج (تركيز حامض)

$CH_3COO^-H^+$ ⇌ $CH_3COO^- + H^+$

CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
Y	o	o
Y – x	x	x
	(2×10^{-3})	(2×10^{-3})

$Ka = \frac{[CH_3OO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$ ⟶ $1.8\ 10^{-5}$

$1.8\times 10\text{-}5 = \frac{4\times 10^{-6}}{y}$

ثم حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين

$4\times 10^{-6} = (1.8\times 10^{-5})\times y$

ثم البعيد على القريب

$Y = \frac{4\times 10^{-6}}{1.8\times 10^{-5}}$ ⟶ $y = \frac{40}{18}\ \times 10^{-1}$ ⟶ $y = 2.2\ 10^{-1}$ ⟶ $y = 0.22\ \frac{mol}{L}$

ثالثاً :- سوف نطبق علاقة الكتل لاستخراج عدد الغرامات

$M(g) = M(\frac{mol}{L})\times VCL)\times M(\frac{g}{mol})$

$M(g) = 0.22\times \frac{250}{1000}\times 60$ $m = 3.3\ g$

سؤال 3- 2 مضاف :- جد مقدار التغير في قيمة الـ PH للماء عند اضافة لتر منه المحاليل الاتية :-

1- 1 ml من HCl تركيزه 10 M

2- 1 ml من NaOH تركيزه 10 M

الحـــــــــــــــــــــــــــل :-

1) 1 Ml من HCl تركيزه 10 M

من المعروف ان PH للماء المقطر = 7

$PH_1 = 7$

بعد اضافة HCl يجب ان نستخدم قانون التخفيف

$M_1 \times V_1 = M_2 V_2$

$10 \times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1 \longrightarrow M_2 = \frac{10}{1000} \longrightarrow M_2 = 0.01$

اي ان ....

$[H^+] = 0.01 \longrightarrow [H^+] = 10^{-2} \longrightarrow$ mol 1L

$PH = -\text{Log}[H^+] \longrightarrow PH = -\text{Log}\,10^{-2} \longrightarrow PH = 2$

$\triangle PH = PH_2 - PH_1 \longrightarrow \triangle PH = -5$

2) 1 Ml من NaOH تركيزه 10 M

$PH_1 = 7$

بعد اضافة NaOH ايضاً يجب ان نستخدم قانون التخفيف

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$10 \times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1 \longrightarrow M_2 = \frac{10}{1000} \longrightarrow M_2 = 0.01$

$[OH^+] = 10^{-2}$ mol 1L

$POH = -\text{Log}[OH^-] \longrightarrow POH = -\text{Log}\,10^{-2} \longrightarrow POH = 2$

$PH = 14 - POH \longrightarrow PH_2 = 14 - 2 \longrightarrow PH_2 = 12$

$\triangle PH = PH_2 - PH_1$

$= 12 - 7 \longrightarrow \triangle PH = 5$

تمت بعونه تعالى

للمزيد من الملازم والدروس وكل ما يخص طلبة السادس الأعدادي زورونا على مواقع التواصل الأجتماعي ...

رحلة التفوق في السادس

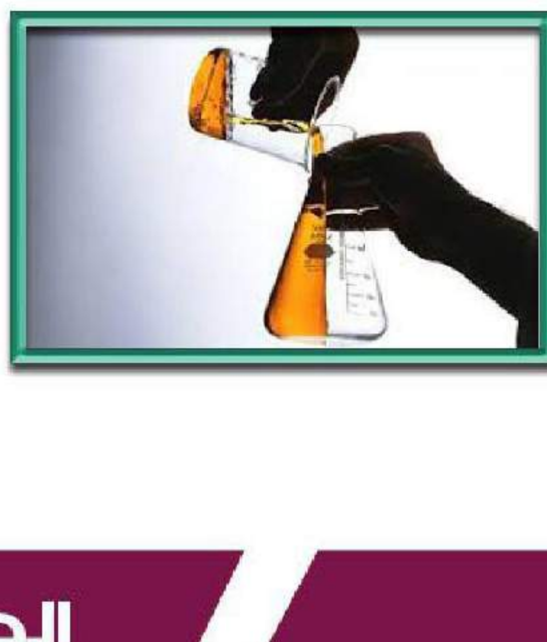
عطاء بلا حدود

ا.د مينا الاحمد

ا.د اشرف الوائلي

2017





مساعدالطالب في
الكيمياء
للصف السادس العلمي الاحيائي

الجزء الثاني
فصل 4&5&6

@رحلة التفوق

إعداد الأستاذ:
إبراهيم علي إبراهيم

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت املين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د: اشرف الوائلي

ا.د: مينا الاحمد

مادة الكيمياء للصف السادس الأحيائي

للعام الدراسي 2016 - 2017

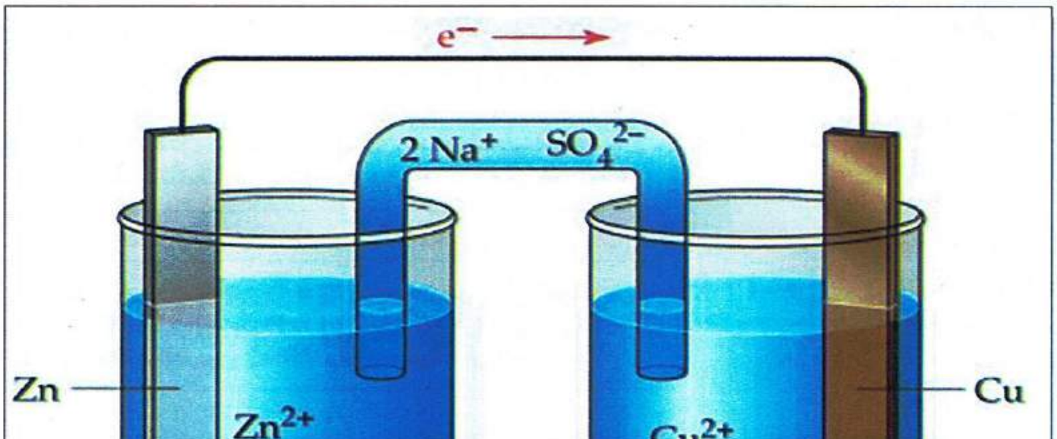
الفصـــل الرابع

الكيمياء الكهربائية

Electro Chemistry

أعداد الاستــاذ :ابراهيم علي ابراهيم

للاتصال :-(07735004255) (07807677266)



الفصل الرابع (الكيمياء الكهربائية)

أعــــداد التأكســــد :- (حفظ مهمة جداً)

- يمثل عدد التأكسد لكل ذرة موجودة في جزيء مركب :- عدد الالكترونات التي تفقدها او تكتسبها تلك الذرة
- في مايلي اهم القواعد المستخدمة لحساب اعداد التأكسد

1- عدد التأكسد لأي عنصر غير متحد { عنصر حر } = صفر
أي سواء كان العنصر في حالته الذرية او في حالته الجزيئية

$Na = 0$, $Be = 0$, $K = 0$, $Pb = 0$, $H_2 = 0$, $O_2 = 0$, $P_4 = 0$

2- عدد التأكسد للأيون احادي الذرة يساوي الشحنة على هذا الايون

$Li^{+1} \Longrightarrow Li = +1$, $Fe^{+3} \Longrightarrow Fe = +3$, $O^{-2} \Longrightarrow O = -2$

3- عدد التأكسد للهيدروجين = (1+) ماعدا وجوده في الهيدريدات فيأخذ القيمة (1-)
مثلاً وجود الهيدروجين في الماء H_2O يأخذ القيمة (+1) ،
أما عند وجود الهيدروجين في (هيدريد معين) مثل (NaH ، SiH_4) يأخذ القيمة (1-)

4- عدد التأكسد للاوكسجين = (2-) ما عدا وجوده في البيروكسيدات يأخذ القيمة (1-)
مثلاً العدد التأكسدي للاوكسجين في الماء H_2O يأخذ القيمة (2-)
أما عند وجود الاوكسجين في بيروكسيد معين مثلاً بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 يأخذ القيمة (1-)

5- (أ) :- عدد التأكسد لعناصر الزمرة الاولى = (+1)

$Li = +1$, $Na = +1$, $K = +1$, $Rb = +1$

(ب) :- عدد التأكسد لعناصر الزمرة الثانية = (+2)

$Be = +2$, $Mg = +2$, $Ca = +2$, $Sr = +2$

(ج) :- عدد التأكسد لعناصر الزمرة الثالثة = (+3)

$B = +3$, $Al = +3$, $Ga = +3$, $In = +3$

6- عدد التأكسد للهالوجينات (CL , Br , F , I) عناصر الزمرة السابعة = -1

$CL = -1$, $Br = -1$, $F = -1$, $I = -1$

ملاحظة مهمة :- في حالة ارتباط الهالوجينات مع بعضها مثل (ICL_3) او ارتباط الهالوجينات مع الاوكسجين مثل $NaIO_3$ و $KCLO_3$ فأنها تحسب عن طريق احدى القاعدتين أدناه

- **أما ذرات العناصر الاخرى عند وجودها في المركبات**

فنستطيع استخراج اعداد التأكسد لها بأستخدام القاعدتين الاتيتين :-

القاعـــدة الاولــى :- المجموع التأكسدي لجميع الذرات في مركب متعادل = صفر

مثال :- يمكن أيجاد عدد التأكسد للكبريت (S) في المركب (SO_2)

$(1 \times X) + (2 \times -2) = 0$
$(X) + (-4) = 0$
$X = +4 \longrightarrow S = +4$

حيث أن :- عدد التأكسد للاوكسجين O = 2- وان عدد ذراته في المركب = 2
أما عدد التأكسد للكبريت S = ؟ وان عدد ذراته في المركب =

مثال أخر :- يمكن أيجاد عدد التأكسد للكاربون (C) في المركب حامض الكاربونيك (H_2CO_3)

$(2 \times +1) + (1 \times X) + (3 \times -2) = 0$
$(2) + (X) + (-6) = 0$
$(X) + (-4) = 0$
$X = +4 \longrightarrow C = +4$

حيث أن :- عدد التأكسد للاوكسجين O = 2- وأن عدد ذراته في المركب = 3
وان عدد التأكسد للهيدروجين H = 1+ وان عدد ذراته في المركب = 2
أما عدد التأكسد للكاربون C = ؟ وأن عدد ذراته في المركب = 1

يحكى أن هناك أناس عاشوا حتى ألان ...
لأن الانتحار محرم..

القاعدة الثانية :- المجموع التأكسدي لجميع الذرات في ايون متعدد الذرات = الشحنة التي يحملها الايون

ومثال ذلك :- حيث نستطيع استخراج عدد التأكسد للفسفور في المركب $H_2PO_4^{-1}$ وبالشكل الاتي :-

حيث ان :- عدد التأكسد للاوكسجين = 2- وان عدد ذراته في المركب = 4
وان :- عدد التأكسد للهيدروجين = 1+ وان عدد ذراته في المركب = 2
أما عدد التأكسد للفسفور = ؟ أما عدد ذراته = 1

$(2 \times +1) + (1 \times X) + (4 \times -2) = -1$
$(+2) + (X) + (-8) = -1$
$(X) + (-6) = -1$
$(X) = (+6) + (-1)$
$X = +5 \longrightarrow P = +5$

مثال أخر :- حيث نستطيع استخراج عدد التأكسد للمنغنيز Mn في المركب MnO_4^{-1} وبالشكل الاتي :-

حيث أن :- عدد التأكسد للاوكسجين = 2- وان عدد ذراته = 4
أما عدد التأكسد للمنغنيز = ؟ أما عدد ذراته = 1

$(1 \times X) + (4 \times -2) = -1$
$(X) + (-8) = -1$
$X = (+8) + (-1)$
$X = +7 \longrightarrow Mn = +7$

س :- حدد اعداد التأكسد للعناصر في المركبات والايونات والذرات الاتية :-

جد عدد التأكسد للفلور F في جزيئة الفلور F_2
الحل :-
حسب القاعدة الاولى :- عدد التأكسد لأي عنصر حر غير متحد = 0
فأن :- F = 0

جد عدد التأكسد للباريوم Ba في المركب BaO
الحل :-
$(1 \times X) + (1 \times -2) = 0$
$(X) + (-2) = 0$
$X = +2 \longrightarrow Ba = +2$

جد عدد التأكسد للمغنيسيوم في Mg^{+2}
الحل :-
حسب القاعدة الثانية :-
عدد التأكسد للايون احادي الذرة = الشحنة التي يحملها الايون
Mg = +2

جد عدد التأكسد للفسفور P في PO_4^{-3}
الحل :-
$(1 \times X) + (4 \times -2) = -3$
$(X) + (-8) = -3$
$X = (+8) + (-3)$
$X = +5 \longrightarrow P = +5$

جد عدد التأكسد للكبريت S في المركب H_2SO_4
الحل :-
$(2 \times +1) + (1 \times X) + (4 \times -2) = 0$
$(2) + (X) + (-8) = 0$
$(X) + (-6) = 0$
$X = +6 \longrightarrow S = +6$

جد عدد التأكسد للفسفور P في المركب $H_2PO_4^{-2}$
الحل :-
$(2 \times +1) + (1 \times X) + (4 \times -2) = -2$
$(2) + (X) + (-8) = -2$
$(X) + (-6) = -2$
$X = (+6) + (-2)$
$X = +4 \longrightarrow P = +4$

جد عدد التأكسد لليود I في المركب $NaIO_3$
الحل :-
$(1 \times +1) + (1 \times X) + (3 \times -2) = 0$
$(1) + (X) + (-6) = 0$
$(X) + (-5) = 0$
$X = 5 \longrightarrow I = +5$

جد عد التأكسد للكروم Cr في المركب $K_2Cr_2O_7$
الحل :-
$(2 \times +1) + (2 \times X) + (7 \times -2) = 0$
$(2) + (2X) + (-14) = 0$
$(2X) + (-12) = 0$
$2X = 12$
$X = \frac{12}{2}$
$X = 6 \longrightarrow Cr = +6$

س 4-12 :- بين ايهما يحرر الهيدروجين الالمنيوم ام الذهب عند تفاعلهما مع الحوامض المخفف . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية للالمنيوم $E_{AL^{+3}/AL} = - 1.66\ V$ وللذهب $E_{Au^{+3}/Au} = + 1.50\ V$ ولماذا ؟

توضيح وتحليل للطالب :-

1- عندما يذكر يحرر للهيدروجين فأنها تعني أختزال أي قطب كاثود ولاتنسى ان جهد الاختزال القياسي = صفر

2- بما ان ذكر اكثر من عنصر :- اذاً ستفاعل الهيدروجين ككاثود والعنصر الاول (الالمنيوم) انود وتجد جهد الخلية ثم تفاعل الهيدروجين ككاثود والعنصر الثاني (الذهب) انود وتجد جهد الخلية

3- من **خلال اشارة جهد** الخلية في الحالتين سنحدد ايهما يحرر الهيدروجين –

فأذا كانت اشارة + = E°_{Cell} يحرر واذا كانت اشارة - = E°_{Cell} فأنه لايحرر الهيدروجين

انتبه : قلبنا الاشارة

ضربنا قطب الانود في 2 وضربنا قطب الكاثود في 3 حتى تتساوى عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة

$2AL \longrightarrow 2AL^{+3} + 6e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = + 1.66\ V$

$6H^{+1} + 6e^- \longrightarrow 3H_2$ $\quad E^\circ_{Cathode} = 0.00\ V$

$2AL + 6H^{+1} \longrightarrow 2AL^{+3} + 3H_2$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (+ 1.66\ V) + (0.00\ V)$

$E^\circ_{Cell} = + 1.66\ V$

- نلاحظ ان اشارة E°_{Cell} موجبة أذن **يستطيع الالمنيوم** ان يحرر الهيدروجين

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

ضربنا قطب الانود في 2 وضربنا قطب الكاثود في 3 حتى تتساوى عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة

انتبه : قلبنا

$2Au \longrightarrow 2Au^{+3} + 6e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = - 1.50\ V$

$6H^{+1} + 6e^- \longrightarrow 3H_2$ $\quad E^\circ_{Cathode} = 0.00\ V$

$2Au + 6H^{+1} \longrightarrow 2Au^{+3} + 3H_2$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (- 1.50\ V) + (0.00\ V)$

$E^\circ_{Cell} = - 1.50\ V$

- نلاحظ ان اشارة E°_{Cell} سالبة أذن لا يستطيع الذهب ان يحرر الهيدروجين

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@



تفاعــلات التأكســد والاختــزال

التأكسد :- عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي الى زيادة في اعداد التأكسد .

الاختزال :- عبارة عن تغير كيميائي يصحبه اكتساب في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي الى نقصان في اعداد التأكسد .

ملاحظـــة :-

- **لايمكن ان تحدث عملية التأكسد دون حدوث عملية الاختزال حيث انهما عمليتان متلازمتان .**
  لأن المادة التي تتأكسد تقابلها مادة تختزل ويكون
  عدد الالكترونات المفقودة نتيجة عملية التأكسد = عدد الالكترونات المكتسبة في عملية الاختزال

أنتبه :- ان معرفة اعداد التأكسد تساعد الطالب في معرفة نوع التفاعل هل هو تفاعل تأكسد واختزال ؟ ام غير ذلك
مثال توضيحي :-

$$P^{+5}CL_5^{-1} + 4H_2^{+1}O^{-2} \longrightarrow H_3^{+1}P^{+5}O_4^{-2} + 5H^{+1}CL^{-1}$$

عزيزي الطالب :- ستلاحظ من خلال التفاعل اعلاه ان اعداد التأكسد لجميع المواد لم تتغير
(كما هو موضح خلال الاسهم) أي **ان التفاعل اعلاه ليس تفاعل تأكسد واختزال**

- والأن انتبه عزيزي الطالب الى التفاعل الاتي :-

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

وسأقوم بوضع اعداد التأكسد على العناصر المشتركة ووضع الاسهم للزيادة في الايضاح

$$Cu^{0} + 4H^{+1}N^{+5}O_3^{-2} \longrightarrow Cu^{+2}(N^{+5}O_3^{-2})_2 + 2N^{+4}O_2^{-2} + 2H_2^{+1}O^{-2}$$

عزيزي الطالب: ستلاحظ من خلال التفاعل ان هناك تغير في اعداد التأكسد أي ان التفاعل **(تفاعل تأكسد واختزال)**
حيث أن :-
النحاس Cu ازداد عدده التأكسدي من Cu^{0} الى Cu^{+2} أي عانى من عملية **تأكسد وهو عامل مختزل**
النتروجين N نقص عدده التأكسدي من N^{+5} الى N^{+4} أي عانى من عملية **أختزال وهو عامل مؤكسد**

أخي العزيز :- ان المعادلتين اعلاه والمؤشرة بالاسهم هي معادلات للتوضيح فقط وان المعادلات التي سترد عليك في هذا الفصل وفي الامتحانات الوزارية هي معادلات بسيطة وواضحة لذلك لاتنزعج ولاتيااااااااااس.... فمازلنا في البداية فقط !!!!

لاتعتمد كثيراً على الاخرين في حياتك ...
حتى ظلك ...
يتخلى عنك في الاماكن المظلمة .

- **كيفية كتابة تفاعلات الاقطاب**

1- يجب ان تستخرج عدد التأكسد لكل عنصر مشترك في المعادلة (كما تعلمت سابقاً) وتضعه في اعلى يمين العنصر
2- يجب ان تحدد المادة التي تعاني تأكسداً والمادة التي تعاني اختزالاً
3- يجب ان لاتنسى في عملية التأكسد توضع الالكترونات (e^-) في طرف النواتج (الطرف الايمن) وفي عملية الاختزال توضع (e^-) في طرف المتفاعلات (الطرف الايسر)
4- عدد e^- = الفرق في الشحنة
5- يجب ان تنتبه جيداً جيداً جيداً انه عند جمع نصفي التفاعل يجب مساواة عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة .
وفي حالة كون الالكترونات غير متساوية نجد المضاعف المشترك الاصغر
6- اختصار الالكترونات للحصول على التفاعل العام

ملاحظة مفيدة جداااااااااا :-
بالنسبة الى عدد الالكترونات (الهالوجينات Cl_2, Br_2, F_2, I_2 والهيدروجين H_2) دائما (عدد e = $2e^-$)
والبوتاسيوم K والصوديوم Na والفضة Ag دائماً (عدد e = $1e^-$)
الذهب Au والالمنيوم Al والكروم Cr (دائماً = $3e^-$)
فيما عد العناصر المذكورة اعلاه فأن عدد الالكترونات(عدد e = $2e^-$) أي تتبع الجملة المعروفة (ناك – بصف – الباقي 2+)
وايضاً بالنسبة للاوكسجين فأنه دائماً عدد e^- = $4e^-$
ثم بعد ذلك حسب التفاعل اذا احتاج الى مساواة في عدد الالكترونات في نصفي الخلية

مثال 4-2 :- حدد الذرات التي تعاني تأكسداً وتلك التي تعاني اختزالاً في التفاعلات الاتية مع كتابة انصاف التفاعل للتأكسد والاختزال ؟

(1) $CL_2 + 2I^- \longrightarrow 2CL^- + I_2$
(2) $Mg + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe$

الحـــــــل :-

التفاعل الاول :- $CL_2^0 + 2I^- \longrightarrow 2CL^- + I_2^0$
ان اليود ازداد عدده التأكسدي من I^{-1} الى I^0 أي ازداد من (-1) الى (صفر) فالعملية تدعى تأكسد
وان الكلور نقص عدده التأكسدي من CL^0 الى CL^{-1} أي نقص من (صفر) الى (-1) فالعملية تدعى اختزال

$2I^- \longrightarrow I_2^0 + 2e^-$ نصف تفاعل (تأكسد)
$CL_2^0 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$ نصف تفاعل (أختزال)

$CL_2^0 + 2I^- \longrightarrow 2CL^- + I_2^0$ التفاعل العام

التفاعل الثاني :- $Mg^0 + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe^0$
ان المغنيسيوم ازداد عدده التأكسدي من Mg^0 الى Mg^{+2} أي ازداد من (صفر) الى (+2) فالعملية تدعى تأكسد
وان الحديد نقص عدده التأكسدي من Fe^{+2} الى Fe^0 أي نقص من (+2) الى (صفر) فالعملية تدعى اختزال

$Mg^0 \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل (تأكسد)
$Fe^{+2} + 2e^- \longrightarrow Fe^0$ نصف تفاعل (أختزال)

$Mg^0 + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe^0$ التفاعل العام

تمرين 4-2 :- حدد الذرات التي تعاني تأكسداً وتلك التي تعاني اختزالاً في التفاعلات الاتية مع كتابة انصاف التفاعل للتأكسد والاختزال ؟

$(1)\ Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

$(2)\ Mg + 2HCL \longrightarrow MgCL_2 + H_2$

الحـــــــل :-

التفاعل الاول :- $Zn^0 + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu^0$

ان الخارصين ازداد عدده التأكسدي من Zn^0 الى Zn^{+2} أي ازداد من (صفر) الى (+2) فالعملية تدعى تأكسد
وان النحاس نقص عدده التأكسدي من Cu^{+2} الى Cu^0 أي نقص من (+2) الى (صفر) فالعملية تدعى اختزال

$Zn^0 \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل (تأكسد)

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu^0$ نصف تفاعل (أختزال)

$Zn^0 + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu^0$ التفاعل العام

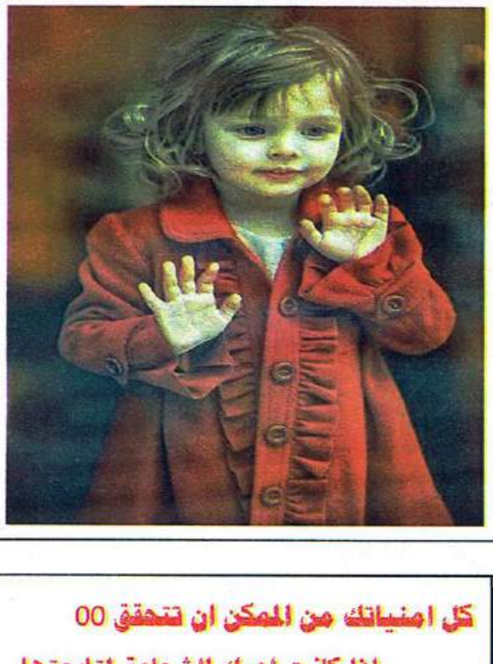
التفاعل الثاني :- $Mg^0 + 2H^{+1}CL \longrightarrow Mg^{+2}CL_2 + H_2^0$

ان المغنيسيوم ازداد عدده التأكسدي من Mg^0 الى Mg^{+2} أي ازداد من (صفر) الى (+2) فالعملية تدعى تأكسد
وان الهيدروجين نقص عدده التأكسدي من H^{+1} الى H_2^0 أي نقص من (+1) الى (صفر) فالعملية تعدى اختزال

$Mg^0 \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل (تأكسد)

$2H^{+1} + 2e^- \longrightarrow H_2^0$ نصف تفاعل (اختزال)

$Mg^0 + 2H^{+1}CL \longrightarrow Mg^{+2}CL_2 + H_2^0$ التفاعل العام



كل امنياتك من الممكن ان تتحقق 00
اذا كانت لديك الشجاعة لمتابعتها

السؤال 4-23 :- أي تفاعل من التفاعلات الاتية هو تفاعل تأكسد واختزال ؟

(1) $AL_2O_3 + 6HCL \longrightarrow 2ALCL_3 + 3H_2O$

(2) $2Na + CL_2 \longrightarrow 2NaCL$

(3) $2KCLO_3 \longrightarrow 2KCL + 3O_2$

(4) $SiBr_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HBr$

(5) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

الحـــــــــــــــــــــــــــــــل :-

التفاعل (1) :- $AL^{+3}{}_2O_3{}^{-2} + 6H^{+1}CL^{-1} \longrightarrow 2AL^{+3}CL^{-1}{}_3 + 3H^{+1}{}_2O^{-2}$

ليس تفاعل اكسدة واختزال وذلك لعدم وجود تغير في اعداد التأكسد

التفاعل (2) :- $2Na^0 + CL_2{}^0 \longrightarrow 2Na^{+1}CL^{-1}$

ان هذا التفاعل هو تفاعل تأكسد واختزال

حيث ان :- الصوديوم ازداد عدده التأكسدي من Na^0 الى Na^{+1} أي ازداد من (صفر) الى (1+) فالعملية تأكسد

وان :- الكلور نقص عدده التأكسدي من CL^0 الى CL^{-1} أي نقص من (1-) الى (صفر) فالعملية اختزال

$2Na^0 \longrightarrow 2Na^{+1} + 2e^-$ نصف تفاعل (تأكسد)

$CL_2{}^0 + 2e^- \longrightarrow 2CL^{-1}$ نصف تفاعل (اختزال)

$2Na^0 + CL_2{}^0 \longrightarrow 2Na^{+1}CL^{-1}$ التفاعل العام

التفاعل (3) :- $2K^{+1}CL^{+5}O_3{}^{-2} \longrightarrow 2K^{+1}CL^{-1} + 3O_2{}^0$

ان هذا التفاعل هو تفاعل تأكسدة واختزال

حيث ان :- الاوكسجين ازداد عدده التأكسدي من O^{-2} الى $O_2{}^0$ أي ازداد من (2-) الى (صفر) فالعملية تدعى تأكسد

وان الكلور نقص عدده التأكسدي من CL^{+5} الى CL^{-1} أي نقص من (5+) الى (1-) فالعملية تدعى أختزال

$6O^{-2} \longrightarrow 3O_2 + 12e^-$

$2CL^{+5} + 12e^- \longrightarrow 2CL^{-1}$

$2K^{+1}CL^{+5}O_3{}^{-2} \longrightarrow 2K^{+1}CL^{-1} + 3O_2{}^0$

التفاعل (4) :- $Si^{+4}Br_4{}^{-1} + 3H_2O^{-2} \longrightarrow H_2{}^{+1}Si^{+4}O_3{}^{-2} + 4H^{+1}Br^{-1}$

ليس تفاعل اكسدة واختزال وذلك لعدم وجود تغير في اعداد التأكسد

التفاعل (5) :- $Zn^0 + Cu^{+2}SO_4 \longrightarrow Zn^{+2}SO_4 + Cu^0$

ان هذا التفاعل هو تفاعل تأكسدة واختزال

حيث ان :- الخارصين ازداد عدده التأكسدي من Zn^0 الى Zn^{+2} أي ازداد من (صفر) الى (2+) فالعملية تأكسد

وأن النحاس نقص عدده التأكسدي من Cu^{+2} الى Cu^0 أي نقص من (2+) الى (صفر) فالعملية اختزال

$Zn^0 \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل (تأكسد)

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu^0$ نصف تفاعل (أختزال)

$Zn^0 + Cu^{+2}SO_4 \longrightarrow Zn^{+2}SO_4 + Cu^0$ التفاعل العام

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

العامل المؤكسد :- هو المادة التي تختزل وتسبب تأكسداً لمادة اخرى .

العامل المختزل :- هو المادة التي تتأكسد وتسبب اختزالاً لمادة اخرى .

مثال 4-3 :- حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :-

$$(1)\quad Zn_{(S)} + CuSO_{4\,(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4\,(aq)} + Cu_{(S)}$$

$$(2)\quad Cu_{(S)} + 2AgNO_{3\,(aq)} \longrightarrow Cu(NO_3)_{2\,(aq)} + 2Ag_{(S)}$$

الحـــل :-

التفاعل (1) :-

$$Zn^0 \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$$

$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu^0$$

نلاحظ ان Zn عانى تأكسداً ، لـذلك فهو عامل مختزل

نلاحظ ان Cu عانى اختزالاً ، لـذلك فهو عامل مؤكسد

التفاعل (2) :-

$$Cu^0 \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$$

$$Ag^{+1} + e^- \longrightarrow Ag^0$$

نلاحظ ان Cu عانى تأكسداً ، لـذلك فهو عامل مختزل

نلاحظ ان Ag عانى اختزالاً ، لـذلك فهو عامل مؤكسد

تمرين 4-3 :- حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفالات الاتية :-

$$(1)\quad 2C^0 + O_2^{\,0} \longrightarrow 2C^{+2}O^{-2}$$

$$(2)\quad Mg^0 + CL_2^{\,0} \longrightarrow Mg^{+2}CL_2^{\,-1}$$

$$(3)\quad Mg^0 + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe^0$$

الحـــل :-

التفاعل (1) :-

$$2C^0 \longrightarrow 2C^{+2} + 4e^-$$

$$O_2^{\,0} + 4e^- \longrightarrow 2O^{-2}$$

نلاحظ ان الكاربون C عانى تأكسداً ، لـذلك فهو عامل مختزل

نلاحظ ان الاوكسجين O_2 عانى اختزالاً ، لـذلك فهو عامل مؤكسد

التفاعل (2) :-

$$Mg^0 \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$$

$$Cl_2^{\,0} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$$

المغنيسيوم Mg عانى تأكسداً ، لـذلك فهو عامل مختزل

الكلور CL_2 عانى اختزالاً ، لـذلك فهو عامل مؤكسد

التفاعل (3) :- تفاعل بسيط ، لك عزيزي الطالب ....

الخلايـــا الكهروكيميائيـــة

تتكون عادةً الخلية الكهروكيميائية من قطبين :-

القطب الاول :- يسمى القطب الموجب او الانود (Anode) :- وهو القطب الذي تجري عنده عملية التأكسد ، والذي يكون مصدراً للالكترونات .

القطب الثاني :- هو القطب السالب او الكاثود (Cathode) :- وهو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال ، والذي تتحول عنده الالكترونات المنتقلة من القطب الموجب (الانود) من خلال سلك خارجي (دائرة خارجية) . ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الاكسدة والاختزال التي تجري على سطحي القطبين .

احفظ :- قد تأتي على شكل فراغ

- **تقسم الخلايا الكهروكيميائية الى نوعين :-**
  1. **الخلايا الكلفانية او الفولتائية**
  2. **الخلايا الالكتروليتية مثل خلية التحليل الكهربائي (الطلاء الكهربائي)**

الخلايـــا الكلفانيـــة

الخلايا الكلفانية :- وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري بشكل تلقائي لتوليد تيار كهربائي 0 ومن اشهر الخلايا الكلفانية هي خلية دانيال .(2014 تمهيدي)

خليـــة دانيـــال

خلية دانيال :- وهي خلية فولتائية تعمل على تحويل التفاعل الكيميائي الى تيار كهربائي . وتعمل هذه الخلية بصورة تلقائية . وتتكون هذه الخلية من قطبين :-

1. **الانود :- لوح من الخارصين Zn مغمور في محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$**
2. **الكاثود :- لوح من النحاس Cu مغمور في محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$**

- **تعمل الخلية على مبدأ تأكسد Zn الى Zn^{+2} واختزال Cu^{+2} الى Cu والذي يمكن ان يحدث انياً في وعائين منفصلين مع انتقال الالكترونات بين القطبين من خلال سلك خارجي .**
- **ان خلية دانيال تحتوي على جسر ملحي حيث :-**
- **(مهم جداً) ماهو الجسر الملحي ومافائدته او عمله :- انبوبة زجاجية على شكل الحرف U بالمقلوب تحتوي على محلول الكتروليتي خامل لايتغير كيميائياً خلال العملية (من هذه المركبات KCL , KNO_3 , K_2SO_4) . وللجسر الملحي اهمية :-حيث يقوم بنقل الايونات بين قطبي الخلية وبالتالي يساعد على امرار التيار الكهربائي بين القطبين (وزاري 2013)**
- **مادة الاكار :- وهي مادة صمغية يحصل عليها من الطبيعة ولها استخدامات متعددة حيث تصبح سائلة عند تسخينها وتتصلب في درجة حرارة الغرفة 0 حيث تقوم هذه المادة بتثبيت داخل الانبوبة**
- **انتبــه :- الالكترونات تنتقل عن طريق السلك الكهربائي**

  الايونات تنتقل عن طريق الجســر الملحـــي

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ نصف الخلية (الاكسدة)

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$ نصف الخلية (الاختزال)

$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$ التفاعل العام

سؤال 4-9 :- ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي ؟ (الدور الثاني 2013)
(احفظ هذه الفروقات فهي بسيطة جداً فلا تتثاقل منها)

الخلية الكلفانية

1- تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية
2- تفاعلاتها تكون تلقائية أي - = ΔG
3- يستخدم فيها جسر ملحي
4- تنتقل فيها الالكترونات المتحررة من الذرات الى الايونات عبر السلك الموصل الخارجي بينما تنتقل الايونات بين المحلولين بواسطة الجسر الملحي
5- مثال على لخلية الكلفانية (خلية دانيال و بطاريات الاجهزة الكهربائية وبطارية تشغيل السيارات)

خلية التحليل الكهربائي

1- تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث تفاعل كيميائي
2- تحصل بصورة غير تلقائية أي + = ΔG
3- لا يستخدم فيها جسر ملحي
4- تنتقل فيها الالكترونات من مصدر الجهد الخارجي (البطارية مثلاً) بواسطة الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول الالكتروليتي او المواد المنصهرة
5- مثال على خلية التحليل الكهربائي مثل خلية الطلاء الكهربائي او خلايا تنقية الفلزات

مثال :- اذا علمت ان انثالبي التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية في الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل :-

$$Cu_{(S)} + 2Ag^{+1}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{+2} + 2Ag_{(S)}$$

1- اكتب تفاعلات نصفي الخلية 2- وضح اتجاه سير الالكترونات عبر السلك الخارجي واتجاه حركة الايونات عبر الجسر الملحي المملوء بمحلول KNO_3

الحــــــــــل :-

$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل التأكسد / الانود

$2Ag^{+1} + 2e^- \longrightarrow 2Ag$ نصف تفاعل الاختزال / الكاثود

تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي من منطقة الانود (قطب النحاس) بأتجاه قطب الكاثود (قطب الفضة) 0
بينما تتحرك الايونات الموجبة K^+ عبر الجسر الملحي بأتجاه القطب السالب الكاثود 0
والايونات السالبة (NO_3^-) بأتجاه القطب الموجب الانود



بدون تعليـــــق

جهد الخلية الكلفانية (E_{Cell})

- **جهد الخلية** :- اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين (الانود والكاثود) في الخلية الكلفانية ويرمز له (E_{Cell}) لذا فجهد الخلية هو مقياس للقوة الدافعة للتفاعل الحاصل في الخلية 0
- يسمى الجهد بين قطبي الخلية الكلفانية (E_{Cell}) بمصطلح شائع اخر وهو **القوة الدافعة الكهربائية (emf)** وعلى الرغم من دلالة الاسم فهو مقياس للجهد وليس للقوة 0
- **القوة الدافعة الكهربائية** :- ويرمز له (emf) يسمى الجهد عبر الاقطاب في الخلية الكلفانية بجهد الخلية ويرمز له (E_{Cell}) ويسمى جهد الخلية بمصطلح شائع اخر القوة الدافعة الكهربائية للخلية وبالرغم من دلالة الاسم فهو مقياس للجهد وليس للقوة
- يقاس جهد الخلية بمقياس يدعى (الفولتميتر)
- **ماذا يعني جهد القطب والى ماذا يقسم ؟**

جهد القطب :- فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته

ويقسم الى قسمين :-

1- **جهد التأكسد** :- مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات

2- **جهد الاختزال** :- مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات

- **على ماذا يعتمد جهد الخلية ؟**

1- طبيعة الاقطاب او الايونات

2- تراكيز الايونات

3- درجة الحرارة التي تعمل عندها الخلية

- **(مهم جداً)** :- يقاس جهد الخلية عند الظروف القياسية $25\ C^{\circ}$ وضغط 1 atm وعندما يكون التراكيز المولارية للايونات في محاليل القطبين تساوي (1 M او 1 mol/L) من خلال القانون الاتي :-

$$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$$

- ان وحدة قياس الجهد الكهربائي هي الفولت (V)



لاتيأس عندما يصعب عليك امرا

فأن قطر المطر يحفر بالصخر

ليس بالعنف ولكن بالتكرار ...

قيـــاس جهـــود الاقطـــــاب

- عزيزي الطالب يتطلب قياس جهد الخلية القياسي E°_{cell} قياس لجهود اقطاب التأكسد والاختزال وبما انه لا يمكن قياس جهد القطب لوحده ولايمكن عمل خلية مكونة من قطب واحد وقياس جهدها لذلك يجب ان يتواجد قطب كمرجع نستطيع من خلاله قياس جهود الاقطاب الاخرى نسبة اليه 0
- ان من اهم الاقطاب التي يمكن استخدامها كمرجع هو قطب الهيدروجين القياسي

قطب الهيدروجين القياسي

- تم اختيار قطب الهيدروجين القياسي كمرجع (ذو جهد قياسي معلوم) ؟؟؟
وذلك لأنه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر يمكن استخدامه كقطب انود او كاثود
- يتكون قطب الهيدروجين القياسي من انبوبة زجاجية يمر بها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25 C° في محلول يحتوي على ايونات H^+ مثل محلول HCL ويكون تركيزه 0 1 M
تحتوي الانبوبة الزجاجية في اسفلها على قطعة من البلاتين مغطاة بقطعة خشنة من البلاتين الاسود متصلة بسلك من البلاتين
ويستخدم عنصر البلاتين لصنع هذا النوع من الاقطاب ؟؟؟ ما السبب
لأنه مادة خاملة لاتعاني تأكسداً واختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها وهي تقوم بمهمتين :-
1- توفير سطح للقطب يمكن تفكيك جزيئات الهيدروجين عليه
2- توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية

أحفظ مهم جداً :-
1- رمز الهيدروجين :- (SHE)
2- قطب الهيدروجين القياسي = 0.00

- يرمز لقطب الهيدروجين القياسي بالرمز (SHE)
- مهم جداً :- جهد قطب الهيدروجين القياسي يساوي صفر فولت $E_{H_2} = 0.0\ V$

حيث اذا تم استخدامه كأنود (تأكسد) :-

$$H_{2(g)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^- \qquad E_{anode} = 0.0V$$

اما اذا تم استخدامه ككاثود (اختزال) فتفاعله يكون :-

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E_{Cathode} = 0.0\ V$$

ملاحظة مهمة :- بالامكان استخدام قطب الهيدروجين القياسي لقياس الجهود القياسية للاقطاب الاخرى حيث يربط قطب H_2 مع أي قطب اخر ويكـــــــــــــون :-
الجهد الكلي = جهد القطب الاخر فقط

مثال :- خلية مكونة من قطب الخارصين كأنود و قطب الهيدروجين ككاثود وان قيمة $E_{Cell} = + 0.763\ V$ فما هو جهد الاختزال القياسي للخارصين ؟

الحـــــــل :-

بما ان $E_{Cell} = E_{anode} + E_{Cathode}$

وان $E_{Cathode} = 0.0\ V$

اذن $0.763\ V = E_{anode} + 0.0$

$E_{anode} = 0.763\ V$

لـذلك يكون جهد الاختزال القياسي له يساوي $- 0.763\ V$

اخي العزيز :- دائماً تقوم بتغيير اشارة لانود سواء كان معلوم ام مجهول

أنتبه الى ما يلي :- (ملاحظات من خلال جدول جهود الاختزال القياسية للعناصر المذكور في الكتاب)

1- ان اعلى جهد اختزال هو لعنصر الفلور حيث يساوي $+ 2.87\ V$

2- ان اقل جهد اختزال هو لعنصر الليثيوم حيث يساوي $- 3.04\ V$

3- الجهد القياسي لأي خلية يكون احد اقطابها قطب الهيدروجين القياسي سوف يساوي الجهد القباسي للعنصر الاخر المربوط مع الهيدروجين

4- ان ميل نصف الخلية الذي يحدث عند الانود (تأكسد) في قطب معين (E_{anode}) هو عكس ميل تفاعل نصف الخلية الذي يحدث عند الكاثود ($E_{Cathode}$)

كيفية حساب جهد الخلية القياسي (E°_{Cell}) (مهمة جداً ويعتمد عليها أغلب الفصل)

اولاً :- يتم اختيار قطب الانود وقطب الكاثود ويكون عن طريق

1- اذا اعطي في السؤال جهود اختزال قياسية فقط :- فأن جهد الاختزال الاعلى كاثود وجهد الاختزال الاقل انود وتعكس اشارة من تختاره انود

2- اذا عطى في السؤال جهود اختزال قياسية ومعادلة التفاعل :- فأنك من خلال معادلة التفاعل تحدد الانود والكثود وتعكس اشارة من تختاره انود

3- أذا اعطى في السؤال جهود اختزال قياسية وتعبير عن الخلية كتابة :- فأنك من خلال التعبير عن الخلية تحدد الانود والكاثود حيث الانود على اليسار والكاثود على اليمين وتعكس اشارة من تختاره انود

ثانياً :- تكتب تفاعلات نصفي الخلية عند الاقطاب (الانود والكاثود) ونكتب امامها قيم جهودها القياسية

ثالثاً :- يجب ان يكون (عدد الالكترونات المفقودة = عدد الالكترونات المكتسبة)

وفي حال عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة غير متساوية فأننا (نأخذ المضاعف المشترك الاصغر)

مع الانتباه :- في حالة أخذ المضاعف المشترك الاصغر فان قيمة جهد القطب القياسي تبقى ثابتة ولاتتغير ؟؟؟؟

لأن الجهد من الخواص المركزة التي لايعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل وانما يعتمد على التركيز المولاري لأيونات محلول القطب

رابعاً :- نجمع معادلتي التأكسد والاختزال للحصول على التفاعل العام

خامساً :- نجد جهد الخلية القياسي من خلال تطبيق العلاقة ($E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$)

سادساً :- اذا كانت ($E^\circ_{Cell} = +$) تكون تفاعلات الاقطاب تلقائية 0

اما اذا ($E^\circ_{Cell} = -$) تفاعلات الاقطاب غير تلقائية

مثال 4-5 :- اكتب تفاعلي نصف خلية دانيال وتفاعلها العام . واحسب جهد الخلية القياسي ؟

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E_{Zn^{+2}/Zn} = - 0.76\ V$, $E_{Cu^{+2}/Cu} = + 0.34\ V$

الحل :-

لاتنسى قلبنا الاشارة

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = + 0.76\ V$$

$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu \qquad E^\circ_{Cathode} = + 0.34\ V$$

$$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$$

$$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$$

$$E^\circ_{Cell} = (+ 0.76\ V) + (+ 0.34 V)$$

$$E^\circ_{Cell} = 1.1\ V$$

تمرين 4-6 :- هل يمكن حدوث كل من تفاعلات التأكسد والاختزال المتمثلة بالمعادلات الاتية تحت الظروف القياسية بشكل تلقائي . اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E_{Co^{+2}/Co} = - 0.28\ V$, $E_{Ni^{+2}/Ni} = - 0.25\ V$, $E_{Fe^{+2}/Fe} = - 0.44\ V$, $E_{Au^{+3}/Au} = + 1.50$

$Ni + Co^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Co$

$3Fe + 2Au^{+3} \longrightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

الحـــــــــــــــــــــــــل :-

عزيزي الطالب لاتنسى (لقد اعتمدنا على التفاعل العام وليس على جهود الاختزال بأختيار الانود والكاثود)

التفاعل الاول :-

انتبه : قلبنا الاشارة

$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $E^\circ_{anode} = + 0.25\ V$

$Co^{+2} + 2e^- \longrightarrow Co$ $E^\circ_{Cathode} = - 0.28\ V$

$Ni + Co^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Co$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (+ 0.25\ V) + (- 0.28\ V)$

$E^\circ_{Cell} = - 0.03\ V$

وبما ان اشارة قيمة الجهد القياسي للخلية سالبة اذن لايحدث التفاعل بشكل تلقائي

التفاعل الثاني :-

لاتنسى قلبنا الاشارة

ضربنا الانود في 3 والكاثود في 2

$3Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 6e^-$ $E^\circ_{anode} = + 0.44\ V$

$2Au^{+3} + 6e^- \longrightarrow 2Au$ $E^\circ_{Cathode} = + 1.50\ V$

$3Fe + 2Au^{+3} \longrightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$ التفاعل العام

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (+ 0.44\ V) + (+ 1.50\ V)$

$E^\circ_{Cell} = + 1.94\ V$

وبما ان اشارة قيمة الجهد القياسي للخلية موجبة اذن يحدث التفاعل بشكل تلقائي



ويبقى الامل..

بأن اجمل الكلمات تلك التي لم تكتب بعد

وان اجمل الاحلام تلك التي لم تتحقق بعد

واجمل الايام .. حتماً سيكون غداً

انـــــــواع الاقطـــــــاب

- **عزيزي الطالب هـذا الموضوع مهم جداً يساعدك في معرفة التعبير عن الخلية الكلفانية كتابة**
- لقد اصبح معروفاً لديك ان أي خلية كلفانية تتكون من قطبين هما الانود والكاثود . وعند تصميم أي خلية يجب ان تكون لديك فكرة عن الاقطاب التي تستخدمها في تصنيع هذه الخلية .

وان اهم انواع الاقطاب الشائعة الاستخدام في الخلايا الكلفانية :-

1- قطب فلز / ايون الفلز :-

يتكون هذا النوع من غمر لوح من الفلز في محلول ايونات ذلك الفلز مثل قطب الخارصين (Zn/Zn^{+2})

أ- **كأنود يعبر عنه بالشكل** :- الفلز / ايون الفلز (1 M) مثل $Zn\ /\ Zn^{+2}\ (1\ M)$

ب- **ككاثود يعبر عنه بالشكل** :- ايون الفلز (1 M) / الفلز مثل $Zn^{+2}\ (1\ M)\ /\ Zn$

2- القطب الغازي :-

يتكون هذا النوع من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز

<u>وبسبب كون الغاز غير موصل للتيار الكهربائي</u> يستخدم عادة فلز من البلاتين كعنصر خامل يكون مثبت في الانبوبة الزجاجية **ليعمل كسطح موصل للتيار الكهربائي**

أ- كأنود يعبر عنه بالشكل :- Pt / الغاز (1 atm) / ايون الغاز (1 M)

مثل $Pt\ /\ H_2\ (1\ atm)\ /\ H^{+}\ (1\ M)$

ب- ككاثود يعبر عنه بالشكل :- ايون الغاز (1 M) / الغاز (1 atm) / Pt

مثل $CL^{-}\ (1\ M)\ /\ CL_2\ (1\ atm)\ /\ Pt$

3- اقطاب التأكسد والاختزال :-

يتكون هذا النوع من الاقطاب من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفتين مثلاً :- نغمر سلك من البلاتين في محلول يحتوي على ايونات Fe^{+3} , Fe^{+2} حيث كأنود يعبر عنه بالشكل :-

Pt / الايون ذو العدد التأكسدي الادنى (1M) ; الايون ذو عدد التأكسد الاعلى (1M)

$Pt\ /\ Fe^{+2}\ (1\ M)\ ;\ Fe^{+3}\ (1\ M)$

انتبه للفارزة المنقوطة بين الايونين

ويعبر عنه ككاثود بالشكل :-

الايون ذو العدد التأكسدي الاعلى (1M) ; الايون ذو العدد التأكسدي الادنى (1M) / Pt

$Fe^{+3}\ (1\ M)\ ;\ Fe^{+2}\ (1\ M)\ /\ Pt$

كيفية التعبير عن الخلية الكلفانية كتابةً

عزيزي ان معرفتك لهذا الموضوع يعتمد بشكل اساسي على موضوع انواع الاقطاب

حيث يكون التعبير بالشكل الاتي :-

قطب الكاثود على جهة اليمين وقطب الانود على جهة اليسار ويفصل بينها جسر ملحي //

أي تكون بالشكل :- قطـــب الكاثـــــود // قطـــــب الانـــــود

ملاحظـــــــات :-

1- اذا طلب التعبير عن الخلية كتابة تضع الانود على اليسار والكاثود على اليمين ويفصل بينهما جسر ملحي
2- لاتكتب عدد المولات في التعبير عن الخلية كتابة (انتبه لهذه المعلومة)
3- انتبه في الاقطاب الغازية واقطاب التأكسد والاختزال فأنك يجب ان لاتنسى البلاتين Pt
4- اذا اعطى في السؤال التعبير عن الخلية كتابة فأنك تعتمد التعبير في تحديد الانود والكاثود حيث ان جهة اليسار انود وجهة اليمين كاثود (انتبه :- هذه المعلومة ستفيدك كثيراً في المسائل)

تمرين 7-4 :- التفاعل العام لخلية كلفانية هو $2CL^- + 2Ag^+ \longrightarrow CL_2 + 2Ag$

عبر عن الخلية كتابة عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال ؟

الحل :-

$2CL^- \longrightarrow CL_2 + 2e^-$ تفاعل التأكسد عند الانود

$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow 2Ag$ تفاعل الاختزال عند الكاثود

$2CL^- + 2Ag^+ \longrightarrow CL_2 + 2Ag$

ويعبر عن تلك الخلية كتابةً بالشكل الاتي :-

$Pt / CL_2 (1 atm) / Cl^- (1 M) // Ag^+ (1 M) / Ag$

س4-28 :- للخلية الاتية :- $AL / AL^{+3} (1M) // Cd^{+2} (1M) / Cd$

علماً ان جهد الخلية القياسي يساوي(1.26 V)وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساويV 0.40 - = $E_{Cd^{+2}/Cd}$

أحسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم ؟

الحل :-

توضيح :- من خلال التعبير عن الخلية كتابة ان الالمنيوم على اليسار اذن هو انود

ولاتنسى تقلب اشارته في نهاية الحل لأن المطلوب هو جهد اختزاله 0 اما الكادميوم فهو كاثود لأنه على اليمين

ضربنا نصف تفاعل الانود في 2 ونصف تفاعل الكاثود في 3

$2Al \longrightarrow 2AL^{+3} + 6e^-$ $E^\circ_{anode} = ?\ V$

$3Cd^{+2} + 6e^- \longrightarrow 3Cd$ $E^\circ_{Cathode} = -0.40\ V$

$2AL + 3Cd^{+2} \longrightarrow 2AL^{+3} + 3Cd$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$1.26\ V = E^\circ_{anode} + (- 0.40\ V)$

$E^\circ_{anode} = (1.26\ V) + (0.40\ V)$

$E^\circ_{anode} = 1.66\ V$

- وبما ان المطلوب في السؤال هو جهد الاختزال اذن سوف نعكس الاشارة

$E^\circ_{AL^{+3}/AL} = - 1.66\ V$

الانود معلوم او مجهول تعكس اشارته
يعني :- حي ، ميت ، مطلوب أتريده !!!

الاسئلة الاستفهامية (مهم جدا جدا جدا)

(توضيح ضروري)

في هذا النوع من الاسئلة دائماً نجد كلمة (هل) او مفردات مرادفة بنفس المعنى 0

هل يستطيع عنصر ان يذيب او يؤكسد أو يختزل او يحرر او او عنصر اخر ؟

هل يمكن حفظ مادة معينة في اناء مصنوع من مادة اخرى ؟

هل التعبير عن الخلية صح ام خطأ ؟

واسئلة اخرى تصب بنفس السياق الاستفهامي 0000

ولقد تعلمت سابقاً تحديد الانود والكاثود من خلال ثلاث طرق :-

اما عن طريق التعبير عن الخلية كتابة او عن طريق التفاعل العام او عن طريق جهود الاختزال القياسية 0

وفي هذا النوع من الاسئلة قد تستطيع ايضاً ان تحدد الانود والكاثود من خلال مفردات ترد في سياق السؤال مثلاً:

بعد كلمة أذابة (انود) – كلمة يحرر الهيدروجين يكون الهيدروجين (كاثود) – وهكذا

ولأيجاد الحلول لهذا النوع من الاسئلة تتبع مايلي :-

1- تحدد قطب الانود وقطب الكاثود
2- تكتب تفاعلات نصفي الخلية والتفاعل العام كما تعلمت سابقاً
3- تجد جهد الخلية القياسي (E°_{Cell}) من القانون ($E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$)
4- اذا كانت اشارة جهد الخلية موجبة (+) فأن الاجابة تكون (نعم)

اذا كانت اشارة جهد الخلية سالبة (-) فأن الاجابة تكون (لا)

ملاحظة مهمة جداً ومتكررة في الوزاري :- عندما يسأل هل يمكن حفظ مادة معينة بأناء مصنوع من مادة اخرى

1- دائماً نعتبر ن مادة الاناء هي قطب الانود ولاتنسى تعكس الاشارة والمادة الاخرى هي قطب الكاثود
2- تكتب تفاعلات نصفي الخلية والتفاعل العام وتجد جهد الخلية كما تعلمت سابقاً
3- تنتبه اذا كانت اشارة $E^\circ_{Cell} = -$ اذاً يمكن الحفظ وأذا كانت اشارة $E^\circ_{Cell} = +$ أذاً لايمكن الحفظ

- وسأحاول أن أذكر المزيد من الايضاح خلال حلول الاسئلة التي تخص هذا النوع

تمرين 4-8 :- هل بأمكان محلول HCL أذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز 1 M للخلية الاتية ، علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E_{Ag^{+1}/Ag} = +0.80$

(معلومة :- يقصد بذوبان الفلز في المحلول هي حدوثه بشكل تلقائي)

$$Ag / Ag^{+1} (1\,M) // H^+ (1\,M) / H_2 (1\,atm) / Pt$$

توضيح :-اعطى جهد الاختزال للفضة فقط بأعتبار انك تعرف ان جهد الاختزال القياسي للهيدروجين = صفر

- التفاعل المكتوب على اليسار (الفضة) هو الانود والذي على اليمين (الهيدروجين) هو كاثود
- وايضاً تستطيع التعرف ان مابعد كلمة أذابة يكون انود (الفضة)

الحل :-

انتبه :- قلبنا

$$2Ag \longrightarrow 2Ag^{+1} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = -0.80\ V$$

$$2H^{+1} + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E^\circ_{Cathode} = 0.00\ V$$

$$2Ag + 2H^{+1} \longrightarrow 2Ag^{+1} + H_2$$

$$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode} = (-0.80\ V) + (0.00\ V) = -0.80\ V$$

نلاحظ ان قيمة جهد الخلية القياسية سالبة أي التفاعل غير تلقائي اذاً لايمكن لمحلول HCL اذابة فلز الفضة

س4-16 :- هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في أناء من النحاس ؟ 0 علماً ان جهود الاختزال القياسية

$E_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ V$ ، $E_{Na^{+1}/Na} = -2.70\ V$

تحليل وتوضيح للطالب :- دائماً عندما يذكر في السؤال هل يمكن حفظ مادة معينة في اناء مصنوع مادة معينة اخرى يجب ان تتبع الى مايلي :

1- تعتبر ان مادة الاناء هي قطب الانود (ولاتنسى تقلب الاشارة) والمادة الاخرى قطب كاثود

2- كما مر بك سابقاً تكتب تفاعلي نصفي الخلية والتفاعل العام وتستخرج E°_{Cell}

3- هنا تنتبه جيداً الى اشارة ($E^\circ_{Cell} = -$) أذن يمكن الحفظ واذا اشارة ($E^\circ_{Cell} = +$) لايمكن الحفظ (يعني بالعكس)

الحل :-

تنبه : قلبنا

ضربنا الانود في 1 وضربنا الكاثود في 2 حتى تتساوى عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة

$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $E^\circ_{anode} = -0.34\ V$

$2Na^{+1} + 2e^- \longrightarrow 2Na$ $E^\circ_{Cathode} = -2.70\ V$

$Cu + 2Na^{+1} \longrightarrow Cu^{+2} + 2Na$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (-0.34\ V) + (-2.70\ V)$

$E^\circ_{Cell} = -3.04\ V$

- نلاحظ ان اشارة ($E^\circ_{Cell} = -$) اذن يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس

س4-17 :- هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل أم لايمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ V$ ، $E_{Ni^{+2}/Ni} = -0.24\ V$

(وزاري)

الحل :-

تنبه :- قلبنا

$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $E^\circ_{anode} = +0.24\ V$

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$ $E^\circ_{Cathode} = +0.34\ V$

$Ni + Cu^{+2} \longrightarrow Ni^{+2} + Cu$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (+0.24\ V) + (+0.34\ V)$

$E^\circ_{Cell} = +0.58\ V$

- نلاحظ ان اشارة ($E^\circ_{Cell} = +$) اذن لا يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس في اناء من النيكل وذلك لحدوث تفاعل بينهما

س13-4 :- هل يمكن لايون الحديد Fe^{+3} ان يؤكسد Br_2 الى ايون البروميد Br^{-1} في الخلية الاتية :-
علماً ان جهود الاختزال القياسية $E_{Br_2/Br^-} = +1.07\ V$ ، $E_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = +0.77\ V$

$Pt / Fe^{+2} ; Fe^{+3} (1M) // Br^- (1M) / Br_2 (1\ atm) / Pt$

تنويه :- ان صيغة هذا السؤال وردت في الدليل بهذا الشكل اما في الكتاب فقد وردت بالشكل :-
هل يجري تفاعل الخلية الاتية المعبر عنها ادناه تلقائياً ام لا ؟ ثم يكمل بقية السؤال

الحل :- واضح من خلال التعبير عن الخلية كتابة ان ايون الحيد على اليسار يعني انود والبروم يعني كاثود

انتبه :- قلبنا الاشارة

$2Fe^{+2} \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$ $E^\circ_{anode} = -\ 0.77\ V$

$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$ $E^\circ_{Cathode} = +1.07\ V$

ضربنا نصف تفاعل الانود في 2 ونصف تفاعل الكاثود في 1

$2Fe^{+2} + Br_2 \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2Br^{-1}$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (-0.77\ V) + (+1.07\ V)$

$E^\circ_{Cell} = +0.30\ V$

- أذن يمكن لأيون الحديد Fe^{+3} ان يؤكسد Br_2 الى ايون البروميد Br^{-1}
وذلك لأن جهد الخلية موجب



أمات الحب عشاقا ...

وحب الحسين أحياني

العلاقة بين جهد الخلية E_{Cell} وطاقة كبس الحرة ΔG وثابت الاتزان K_{eq}

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

- يرتبط جهد الخلية القياسي E°_{Cell} بالتغير بالطاقة الحرة القياسية ΔG°_r عن طريق العلاقة الاتية :-

احفظ :- علاقة مهمة جداً

$$\Delta G^\circ_r = -\, n\, F\, E^\circ_{Cell}$$

حيث أن :-

E°_{Cell} :- جهد الخلية القياسي

ΔG°_r :- التغير بالطاقة الحرة القياسية وحدتها J/mol

n :- عدد الالكترونات المختصرة

F :- قيمة فاراداي وهي رقم ثابت = 96500 C/mol

ملاحظات :-

1- تستخدم هذه العلاقة في الظروف القياسية 25C° وضغط 1 atm

2- دائماً عندما يطلب ΔG°_r فانك تعمل على ايجاد E°_{Cell} (كما تعلمت) ثم تطبيق القانون اعلاه

3- ان العلاقة اعلاه تستخدم لحساب ΔG°_r بدلالة معرفة E°_{Cell} او بالعكس(أي احدهما معلوم والاخر مجهول)

- وايضاً يرتبط جهد الخلية الغير قياسي بالطاقة الحرة الغير قياسية عن طريق العلاقة :-

$$\Delta G_r = -\, n\, F\, E_{Cell}$$

احفظ :- علاقة مهمة جداً ، وسوف تستخدمها كثيرا عندما تصل الى موضوع (معادلة نيرنست)

- يرتبط جهد الخلية القياسي E°_{Cell} بثابت الاتزان K_{eq} عن طريق العلاقة الاتية :-

أحفظ :- علاقة مهمة جداً

$$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n}\ Ln\ K_{eq}$$

حيث أن :-

E°_{Cell} :- جهد الخلية القياسي

K_{eq} :- ثابت الاتزان

n :- عدد الالكترونات المحذوفة

ملاحظات :-

1- تستخدم هذه العلاقة عندما تكون التفاعلات بدرجة حرارة 25C° وضغط 1 atm

2- تستخدم هذه العلاقة لحساب ثابت الاتزان K_{eq} بدلالة معرفة E°_{Cell}

(أي يجب ان تستخرج جهد الخلية القياسي اولاً E°_{Cell} اولاً وكما تعلمت)

مهما تسير بصورة مستقيمة ..
سوف يحاول البعض ان ينتقد ظلك المائل !!!

مثال 4-7 :- خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام كالأتي :- $2Ag^{+}_{(aq)} + Pb_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + Pb^{+2}_{(aq)}$

أحسب قيمة ΔG° وثابت الاتزان K_{eq} عند درجة حرارة $25C^{\circ}$ علماً ان جهود الاختزال القياسية :-

$$E_{Ag^{+1}/Ag} = +0.80 \quad E_{Pb^{+2}/Pb} = -0.13$$

أخي العزيز :- دائماً عندما يطلب ΔG° او K_{eq} او يطلب كليهما دائماً تستخرج E°_{Cell} اولاً حتى وان لم يطلبها

الحل :-

لاتنسى عندما يعطي تفاعل عام ويعطي جهود اختزال قياسية فأن التفاعل العام هو الذي يحدد الانود والكاثود حيث يتضح من خلال هذا التفاعل ان الرصاص انود وان الفضة كاثود

انتبه : قلبنا الاشارة

ضربنا الانود في 1 والكاثود في 2 حتى يتساوى عدد الالكترونات المفقودة والمكتسبة

$Pb \longrightarrow Pb^{+2} + 2e^{-}$ $E_{anode} = +0.13\ V$

$2Ag^{+1} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag$ $E_{Cathode} = +0.80\ V$

$$2Ag^{+1} + Pb \longrightarrow 2Ag + Pb^{+2}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = (+0.13\ V) + (+0.80\ V)$$

$$E^{\circ}_{Cell} = +0.93\ V$$

- ولحساب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية ΔG° نطبق :-

$$\Delta G^{\circ} = -n\ F\ E^{\circ}_{Cell}$$

$$\Delta G^{\circ} = -\{2 \times 96500 \times 0.93\}$$

$$\Delta G^{\circ} = -179490\ J/mol$$

- ولحساب ثابت الاتزان Keq نطبق :-

$$E^{\circ}_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n} Ln\ K_{eq}$$

$$0.93\ V = \frac{0.026\ V}{2} Ln\ K_{eq}$$

$$0.93\ V = 0.013\ Ln\ K_{eq}$$

$$Ln\ K_{eq} = \frac{0.93}{0.013}$$

$$Ln\ K_{eq} = 71.53$$

$$K_{eq} = e^{71.53}$$

$$K_{eq} = 2.5 \times 10^{31}$$

مع كل وداع ستتعلم ...
ان عصافير الشتاء تختلف عن مثيلاتها في الخريف
وان بعضها يموت في الطريق
فلا تحسب ان عصفور الامس
هو نفسه رفيقك الذي غادر ذات شتاء



تمرين 4-9 :- أحسب التغير في طاقة كبس الحرة لتفاعل الخلية الاتية عند $25C^{\circ}$:-

$$3Hg_2^{+2} + 2Cr_{(S)} \longrightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$$

أذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :- $E_{Hg2^{+2}/Hg} = +0.85$, $E_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74$

الحل :-

توضيح :- اتفقنا سابقاً عندما يطلب ΔG° ستعمل على استخراج E°_{Cell} (مو لو مومو – اكيد راح تكول مومو !!)

توضيح :- من خلال التفاعل العام يتضح ان الكروم انود والزئبق كاثود

انتبه : قلبنا

ضربنا الانود في 2 والكاثود في 3

$$2Cr \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6e^- \qquad E^{\circ}_{anode} = +0.74\ V$$

$$3Hg_2^{+2} + 6e^- \longrightarrow 6Hg \qquad E^{\circ}_{Cathode} = +0.85\ V$$

$$3Hg_2^{+2} + 2Cr \longrightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = (+0.74\ V) + (+0.85\ V)$$

$$E^{\circ}_{Cell} = +1.59\ V$$

$$\Delta G^{\circ} = -n\,F\,E^{\circ}_{Cell}$$

$$\Delta G^{\circ} = -\{6 \times 96500 \times 1.59\}$$

$$\Delta G^{\circ} = -920610\ J/mol$$

تمرين 4-10 :-

لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة $25C^{\circ}$ $2Fe^{+3} + 2I^{-1} \longrightarrow 2Fe^{+2} + I_2$

اذا علمت ان جهود الاختزال :- $E_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = +0.77\ V$, $E_{I_2/I^-} = +0.53\ V$

أحسب :- 1- جهد الخلية القياسي 2- طاقة كبس الحرة القياسية 3- ثابت الاتزان

الحل :-

اولاً :- نحسب جهد الخلية القياسي (وكما اتفقنا حتى وان لم يطلب جهد الخلية فأننا نستخرجه)

من خلال التفاعل يتضح ان اليود انود والحديد كاثود انتبه : قلبنا الاشارة

$$2I^{-1} \longrightarrow I_2 + 2e^- \qquad E^{\circ}_{anode} = -0.53\ V$$

$$2Fe^{+3} + 2e^- \longrightarrow 2Fe^{+2} \qquad E^{\circ}_{Cathode} = +0.77\ V$$

$$2Fe^{+3} + 2I^{-1} \longrightarrow 2Fe^{+2} + I_2$$

$$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = (-0.53\ V) + (+0.77\ V)$$

$$E^{\circ}_{Cell} = +0.24\ V$$

$$\Delta G^{\circ} = -n\,F\,E^{\circ}_{Cell}$$

$$\Delta G^{\circ} = -\{2 \times 96500 \times 0.24\}$$

$$\Delta G^{\circ} = -46320\ J/mol$$



$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n}\ Ln\ K_{eq}$

$0.24\ V = \frac{0.026\ V}{2}\ Ln\ K_{eq}$

$0.24\ V = 0.013\ Ln\ K_{eq}$

$Ln\ K_{eq} = \frac{0.24}{0.013}$

$Ln\ K_{eq} = 18.46$

$K_{eq} = e^{18.46}$

$K_{eq} = 1 \times 10^{-7}$

س5-4 :- عند الظروف القياسية 25C° وضغط 1 atm أي التفاعل سيجري تلقائياً في محلول مائي يحتوي على ايونات (Fe^{+2} , Fe^{+3} , Ce^{+3} , Ce^{+4}) ؟ 0 أحسب ΔG° و K_{eq} لهذا التفاعل ؟
اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :- $E_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = +0.77\ V$, $E_{Ce^{+4}/Ce^{+3}} = +1.61\ V$

يأخي لاتنسى :- عندما يطلب ΔG° او K_{eq} او كليهما فانك تستخرج E°_{Cell} كما تعلمت حتى وان لم يطلبها

الحل :-
توضيح :- في السؤال اعطى جهود الاختزال فقط لذلك من خلال جهود الاختزال ايونات Fe انود وايونات Ce كاثود

انتبه : قلبنا الاشارة

$Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = -0.77\ V$

$Ce^{+4} + e^- \longrightarrow Ce^{+3}$ $\quad E^\circ_{Cathode} = +1.61\ V$

$Fe^{+2} + Ce^{+4} \longrightarrow Fe^{+3} + Ce^{+3}$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (-0.77\ V) + (+1.61\ V)$

$E^\circ_{Cell} = +0.84\ V$

$\Delta G^\circ = -n\ F\ E^\circ_{Cell}$

$\Delta G^\circ = -\{1 \times 96500 \times 0.84\}$

$\Delta G^\circ = -81060\ J/mol$

$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n}\ Ln\ K_{eq}$

$0.84\ V = \frac{0.026\ V}{1}\ Ln\ K_{eq}$

$0.84\ V = 0.026\ Ln\ K_{eq}$

$Ln\ K_{eq} = \frac{0.84}{0.026}$

$Ln\ K_{eq} = 32.3$

$K_{eq} = e^{32.3}$

$K_{eq} = 1.1 \times 10^{14}$

س4-37 :- أحسب ثابت الاتزان K_{eq} للتفاعل الاتي :- $Sn + Pb^{+2} \longrightarrow Sn^{+2} + Pb$

علماً ان جهود الاختزال $E_{Pb^{+2}/Pb} = -0.13$, $E_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14$

لاتنسى :- كما اتفقنا مسبقاً عندما يطلب K_{eq} نحسب E°_{Cell} حتى وان لم يطلبها

الحل :-

توضيح :- من خلال التفاعل العام ان Sn انود وان Pb كاثود

انتبه :- قلبنا الاشارة

$Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^-$ $E^{\circ}_{anode} = +0.14\ V$

$Pb^{+2} + 2e^- \longrightarrow Pb$ $E^{\circ}_{Cathode} = -0.13\ V$

$Sn + Pb^{+2} \longrightarrow Sn^{+2} + Pb$

$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$

$E^{\circ}_{Cell} = (+0.14\ V) + (-0.13\ V)$

$E^{\circ}_{Cell} = +0.01\ V$

$E^{\circ}_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n}\ Ln\ K_{eq}$

$0.01\ V = \frac{0.026\ V}{2}\ Ln\ K_{eq}$

$0.01\ V = 0.013\ Ln\ K_{eq}$

$Ln\ K_{eq} = \frac{0.010}{0.013}$

$Ln\ K_{eq} = 0.77$

$K_{eq} = e^{0.77}$

$K_{eq} = 1 \times 10^{-2}$

معادلة نيرنست (مهم جداً جداً جداً)

معادلة نيرنست :- وهي العلاقة التي تربط جهد الخلية الغير قياسي (E_{Cell}) مع جهد الخلية القياسي (E°_{Cell}) عندما يكون احد او جميع المواد المشاركة ذات تراكيز لاتساوي واحد مولاري وفي درجات حرارة مختلفة

تستخدم معادلة نيرنست عندما أحد او كل الايونات ذو تركيز لايساوي واحد مولاري أي (1M =/ التركيز)

حيث :-

$$E_{Cell} = E^{\circ}_{Cell} - \frac{0.026}{n}\ ln \frac{[\text{الايونات الناتجة}]^{a}}{[\text{الايونات المتفاعلة}]^{b}}$$

a :- عدد مولات الايونات الناتجة
b :- عدد مولات الايونات المتفاعلة
n :- عدد الالكترونات المحذوفة
E_{Cell} :- جهد الخلية غير القياسي
E°_{Cell} :- جهد الخلية القياسي

ملاحظات :-

1- نستخدم معادلة نيرنست عندما يكون التركيز = 1M/ ويجب ان تنتبه ان التركيز يعطى ضمن سياق السؤال واحياناً تجده ضمن التعبير عن الخلية كتابة واحياناً ضمن معادلة التفاعل العام واحياناً يكون مطلوب حسابه

2- يجب ان تنتبه ان مابين اقواس التراكيز [ايونات وليس عناصر] حيث فعالية المواد الصلبة والغازية = 1

حيث ان **الايون :-**
هو رمز كيميائي للعنصر وفي اعلى يمينه شحنة (رقم موجب او سالب) مثلاً :- Br^{-1} , Cu^{+2}

انتبه جيداً :- في اغلب اسئلة الفصل تقريباً التي تخص هذا الموضوع يتم حساب E°_{Cell} (كما تعلمت سابقاً) ويجب ان ينتبه الطالب الى ذلك حيث يساعده ذلك في ضمان جزء من درجة السؤال

متى نستخدم معادلة نيرنست :-

1- عندما يطلب حساب جهد الخلية الغير قياسي E_{Cell} ويكون التركيز/= 1M
2- عندما يطلب حساب تركيز ايون معين اويعطي تركيز لأيون معين لايساوي واحد مولاري
3- (عندما يطلب PH او يعطيها) وفي هذه الحالة سنعتبره ضمن النقطة 2
حيث سنعمل على ايجاد [H^+] ثم نطبق $PH = - Log [H^+]$

- وسأحاول ان ادرج اكبر قدر ممكن من التوضيح والتحليل والملاحظات اثناء حلول الاسئلة

الشمس اجمل في بلادي...والظلام
حتى الظلام هناك اجمل ...واحسرتاه .. متى انام
حتى احس ان على الوسادة اسمك وريحك .. ياعراق
بدر شاكر السياب

مثال 4-8 :- احسب جهد الخلية E_{Cell} عند درجة حرارة $25C^{\circ}$ للخلية التي تفاعلها العام :-

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + Cu^{+2}_{(aq)}$$

اذا علمت ان تراكيز الايونات $[Ag^{+1}] = 0.01\ M$ و $[Cu^{+2}] = 0.01\ M$

وجهود الاختزال القياسية $E_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ V$ و $E_{Ag^{+1}/Ag} = +0.80\ V$

ملاااااااااحظة :- عندما يطلب حساب جهد الخلية ولم يحدد 0 فهل يقصد جهد الخلية القياسي ام غير القياسي ؟

ياعيني انت:- اذا وجدت احد او كل التراكيز لاتساوي واحد مولاري فأنه يطلب الجهد الغير قياسي E_{Cell}

الحـــــــــــــــــــــــــــــل :-

أخي العزيز :- دائماً وفي كل الاسئلة التي تخص معادلة نيرنست تستخرج جهد الخلية القياسي E°_{Cell} وتكتب تفاعلات الاقطاب ثم بعد ذلك تطبق معادلة نيرنست

توضيح :- من خلال التفاعل العام يتضح ان النحاس انود والفضة كاثود

انتبه : قلبنا الاشارة

ضربنا الانود في 1 والكاثود في 2

$$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^{-} \qquad E^{\circ}_{anode} = -0.34\ V$$

$$2Ag^{+1} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag \qquad E^{\circ}_{Cathode} = +0.80\ V$$

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + Cu^{+2}_{(aq)}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = (-0.34\ V) + (+0.80\ V)$$

$$E^{\circ}_{Cell} = +0.46\ V$$

سوف نطبق قانون معادلة نيرنست مباشرة لأن كل المتغيرات معطاة في السؤال

$$E_{Cell} = E^{\circ}_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^{+1}]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$$

$$E_{Cell} = 0.46 - \{0.013\ Ln\ 100\}$$

$Ln\ 100 = 4.6$ او يعطي $Ln10 = 2.3$ وتضرب الرقم في 2

$$E_{Cell} = 0.46 - \{0.013 \times 4.6\}$$

$$E_{Cell} = 0.46 - 0.06\}$$

$$E_{Cell} = 0.40\ V$$

تمرين 4-11 :- بأستخدام الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل ادناه (الرسم في الكتاب) في تجربة وجد ان E_{Cell} للخلية يساوي $0.45\ V$ عند $25C^{\circ}$ 0 افترض ان $[Zn^{+2}] = 0.1M$ وضغط غاز الهيدروجين $1atm$ 0

أحسب التركيز المولاري لأيونات H^{+} اذا علمت ان $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$

تمرين 4-12 :- احسب E°_{Cell} و E_{Cell} و ΔG للخلية الاتية $Mg / Mg^{+2}(0.05) // Sn^{+2}(0.04M) / Sn$
اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E_{Mg^{+2}/Mg} = - 2.37 V$ و $E_{Sn^{+2}/Sn} = - 0.14 V$

الحـــــــــــــــــل :-

توضيح :- ان التعبير اعلاه عن الخلية كتابة يوضح لك امرين :-
الاول :- ان التراكيز ليست واحد مولاري أي انك سوف تحتاج الى تطبيق معادلة نيرنست
الثاني :- بما انك ستستخرج جهد الخلية القياسي اذن التعبير سيرشدك ان المغنيسيوم انود وان القصدير كاثود

اولاً :- سنستخرج جهد الخلية القياسي كما تعلمنا (انتبه : قلبنا الاشارة)

$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = + 2.37 V$

$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn$ $\quad E^\circ_{Cathode} = - 0.14 V$

$Mg + Sn^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Sn$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (+ 2.37 V) + (- 0.14 V)$

$E^\circ_{Cell} = + 2.23 V$

تساؤل :- قد يتساءل الطالب لماذا دائماً نكتب تفاعلات الاقطاب ونستخرج E°_{Cell} حتى وان اعطيت قيمتها جاهزة في السؤال ؟؟؟
الجواب وذلك لأنه عملياً اما نحتاج الى اشارة E°_{Cell} في تحديد التساؤل المطروح في السؤال أو ان هناك قوانين مثل معادلة نيرنست وغيرها من ضمن متغيراتها n والتي هي عدد الالكترونات المحذوفة والتي لن نستطيع معرفتها الا من خلال تفاعلات الاقطاب

ثانياً :- سوف نطبق معادلة نيرنست ونستخراج جهد الخلية الغير قياسي E_{Cell} لأن جميع المتغيرات اصبحت جاهزة

$$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$E_{Cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{(0.05)}{(0.04)}$$

Ln 1.25 = 0.22

$E_{Cell} = 2.23 - \{ 0.013 \times Ln 1.25 \}$

$E_{Cell} = 2.23 - \{ 0.013 \times 0.22 \}$

$E_{Cell} = 2.230 - 0.003$

$E_{Cell} = 2.227 V$

ثالثاً :- سوف نقوم بأستخراج التغير بالطاقة الحرة الغير قياسية وذلك بالاستعانة بجهد الخلية الغير قياسي والذي تم استخراجه في النقطة الثانية

$\Delta G = - n F E_{Cell}$

$\Delta G = - 2 \times 96500 \times 2.227$

$\Delta G = - 429811 J/ mol$

س4-8 :- أحسب E°_{Cell} للخلية المكونة من نصفي التفاعل Zn/Zn^{+2} و SHE 0 كم سيكون جهد الخلية E_{Cell} اذا كان $[H^+] = 1.8M$, $P_{H_2} = 1$ atm , $[Zn^{+2}] = 0.45M$ 0

اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E_{Zn^{+2}/Zn} = -\ 0.76\ V$

انتبه :- (SHE) تعني قطب الهيدروجين القياسي والذي = صفر

توضيح وتحليل للطالب :- قد تتسائل هل ان قطب الهيدروجين القياسي انود ام كاثود ؟؟؟
وخصوصاً انه لم يتوفر في السؤال معادلة او تعبير عن الخلية كتابة !!!
في هذه الحالة ان مايحدد قطب الهيدروجين هو جهد العنصر الاخر
حيث ان جهد اختزال الخارصين = قيمة سالبة (يعني اصغر من الهيدروجين الذي يساوي صفر)
أذن الهيدروجين كاثود والخارصين انود ولاتنسى اقلب الاشارة
وايضاً ذكر في السؤال (نصفي التفاعل Zn/Zn^{+2} و SHE) أي الخارصين زاد عدده التأكسدي يعني انود

الحل :-

انتبه : قلبنا الاشارة

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^- \qquad E^{\circ}_{anode} = +\ 0.76\ V$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E^{\circ}_{Cathode} = 0.00\ V$$

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$$

$$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$$

$$E^{\circ}_{Cell} = (+\ 0.76\ V) + (0.00\ V)$$

$$E^{\circ}_{Cell} = +\ 0.76\ V$$

$$E_{Cell} = E^{\circ}_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.76 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{(0.45)}{(1.8)^2}$$

$$E_{Cell} = 0.76 - \{ 0.013 \times Ln\ 0.14 \}$$

$$E_{Cell} = 0.76 - \{ 0.013 \times \quad \}$$

$E_{Cell} =$

$E_{Cell} =$ V

لكي لاتصاب بخيبة أمل ..
لاترسم في مخيلتك أن أحدهم لايستطيع الاستغناء عنك

س4-22 :- أحسب جهد خلية دانيال ؟ أذا علمت ان تركيز كبريتات الخارصين (0.1M) وان تركيز كبريتات النحاس (0.01M) في درجة حرارة 25C° وان الجهد القياسي للخلية يساوي (1.10 V)

الحل :-

تنووووووويه :- ان تفاعلات الاقطاب معروفة في خلية دانيال حيث يتأكسد الخارصين ويختزل النحاس

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^- \quad E^\circ_{anode}$

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad E^\circ_{Cathode}$

$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu \quad E^\circ_{Cell} = 1.10\ V$

قيمة اعطيت جاهزة في السؤال

$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$

$E_{Cell} = 1.10 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{(0.1)}{(0.01)}$

$E_{Cell} = 1.10 - \{ 0.013 \times Ln\ 10 \}$

$E_{Cell} = 1.10 - \{ 0.013 \times 2.3 \}$

$E_{Cell} = 1.10 - 0.03$

$E_{Cell} = 1.07\ V$

س4-21 :- احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين أذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي (- 0.82 V) وجهد اختزاله القياسي يساوي $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$

الحل :-

ملاحظة مهمة :- أذا اردنا تطبيق معادلة نيرنست على قطب واحد فقط فأننا نكتب معادلة الاختزال (كاثود)

$Zn^{+2}{}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(S)}$

التركيز = ؟ الفعالية = 1

توووضيح :- في هذا السؤال اعطى جهد اختزال غير قياسي
واعطى جهد اختزال قياسي !!!!!!
وبما اننا نتعامل مع قطب واحد فقط !!!!!
أذن :- جهد الاختزال القياسي يمثل جهد الخلية القياسي
وجهد الاختزال غير القياسي يمثل جهد الخلية الغير قياسي

$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Zn]}{[Zn^{+2}]}$

$-0.82\ V = -0.76\ V - \frac{0.026}{2} Ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$

$-0.82\ V = -0.76\ V - 0.013\ Ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$

$-0.82\ V + 0.76\ V = -0.013\ Ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$

$-0.06\ V = -0.013\ Ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$

$e^{4.6} = 100$

$Ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = \frac{-0.060}{-0.013} \longrightarrow Ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} = 4.6 \longrightarrow \frac{1}{[Zn^{+2}]} = e^{4.6}$

$\frac{1}{[Zn^{+2}]} = 100 \longrightarrow 100 \times [Zn^{+2}] = 1 \longrightarrow [Zn^{+2}] = \frac{1}{100}$

$[Zn^{+2}] = 0.01\ M$

س25-4 :- أحسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الاتي في درجة 25C°

$Mg / Mg^{+2} (1M) // Br^{-1} (0.1M) / Br_2 (1\ atm) / Pt$

أذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\ V$ و $E_{Br_2/Br^{-1}} = +1.07\ V$

تحليل وتوضيح للطالب :- حتى تجد التغير في الطاقة الحرة الغير قياسية ΔG يجب ان نطبق $\Delta G = -nFE_{Cell}$
وحتى نطبق هذا القانون يجب ان نستخرج جهد الخلية الغير قياسي E_{Cell}
وحتى نستخرج جهد الخلية الغير قياسي E_{Cell} يجب ان نطبق معادلة نيرنست
وحتى نطبق معادلة نيرنست يجب ان نستخرج E°_{Cell} ونكتب تفاعلات الاقطاب
والان عزيزي الطالب أبدأ بأستخراج المتغيرات من الاسفل الى الاعلى .

حكمة :- أسئل حتى يقال عنك مجنون

الحـــــل :-

$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +2.37\ V$

$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^{-1}$ $\quad E^\circ_{Cathode} = +1.07\ V$

$Mg + Br_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Br^{-1}$

$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$

$E^\circ_{Cell} = (+2.37\ V) + (+1.07\ V)$

$E^\circ_{Cell} = +3.44\ V$

لاحظ المعدلة
ستجد ان الايونات فقط في طرف النواتج
اما المتفاعلا ت
فأنها تحوي Mg وهو صلب وتحوي Br_2 وهو غاز وفعالية كل منهما = 1

$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Mg^{+2}][Br^{-1}]^2}{1\times1}$

$E_{Cell} = 3.44 - \frac{0.026}{2} Ln\ (1)\times(0.1)^2$

$E_{Cell} = 3.44 - \{0.013 \times Ln\ 0.01\}$

$E_{Cell} = 3.44 - \{0.013 \times Ln\ 10^{-2}\}$

$E_{Cell} = 3.44 - \{0.013 \times -4.6\}$

$E_{Cell} = 3.44 + 0.06$

$E_{Cell} = 3.50\ V$

$\Delta G = -nFE_{Cell}$

$\Delta G = -2 \times 96500 \times 3.5$

$\Delta G = -675500\ \ J/mol$

س26-4 :- ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة $25\ C^\circ$ علماً ان ($K_{eq}= 1\times10^{10}$)

والتفاعل العام $2H^+_{(aq)}\ (1M) + Pb_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{+2}_{(aq)}\ (0.01\ M)$

الحــــــــل :-

تحليل وتوضيح للطالب :- حتى تستخرج الطاقة الحرة الغير قياسية يجب ان نطبق $\Delta G = - n F E_{Cell}$
وحتى نطبق هذا القانون يجب ان نستخرج E_{Cell}
وحتى نستخرج E_{Cell} يجب ان نطبق معادلة نيرنست
وحتى تطبق معادلة نيرنست يجب ان تستخرج E°_{Cell}
وحتى نستخرج E°_{Cell} يجب ان نستفيد من قيمة K_{eq} ونطبق $E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n} Ln\ K_{eq}$ لأستخراج جهد الخلية القياسي ولاتنسى ان تكتب تفاعلات الاقطاب تستفاد منها لمعرفة قيمة n
والأن عزيزي الطالب أبدأ بأيجاد الحلول من الاسفل الى الاعلى (وقتاً مفيداً مع الحلول)

انتبه :- على الرغم اننا لم نستخرج E°_{Cell} عن طريق جهود الاختزال القياسية 0 ولكن مع ذلك كتبنا تفاعلات الاقطاب لأننا نحتاج الى معرفة قيمة n

$$Pb \longrightarrow Pb^{+2} + 2e^-$$
$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

$$Pb + 2H^+ \longrightarrow Pb^{+2} + H_2$$

$$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n} Ln\ K_{eq}$$

$$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ V}{2} Ln\ 10^{10}$$
$$E^\circ_{Cell} = 0.013 \times 10 \times Ln\ 10 \qquad Ln10 = 2.3$$
$$E^\circ_{Cell} = 0.013 \times 10 \times 2.3$$
$$E^\circ_{Cell} = 0.3\ V$$

$$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Pb^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.3 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{(0.01)}{1}$$
$$E_{Cell} = 0.3 - \{ 0.013 \times Ln\ 10^{-2} \}$$
$$E_{Cell} = 0.3 - \{0.013 \times (-2\times Ln\ 10)\} \qquad Ln10 = 2.3$$
$$E_{Cell} = 0.3 - \{ 0.013 \times (-2\times 2.3)\}$$
$$E_{Cell} = 0.3 - \{0.013 \times - 4.6 \}$$
$$E_{Cell} = 0.3 - \{- 0.06 \}$$
$$E_{Cell} = 0.30 + 0.06$$
$$E_{Cell} = 0.36\ V$$

$$\Delta G = - n\ F\ E_{Cell}$$
$$\Delta G = - 2 \times 96500 \times 0.36$$
$$\Delta G = - 69480\ J/mol$$

س27-4 :- خلية فولتائية في درجة $25\ C^{\circ}$ تفاعلها العام $Sn^{+2}_{(aq)} + Ni_{(S)} \longrightarrow Sn_{(S)} + Ni^{+2}_{(aq)}$
اذا علمت ان جهد الخلية الغير قياسي يساوي (+ 0.17 V) 0 احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{+2} 0
علماً ان قطب القصدير قياسية و $E_{Ni^{+2}/Ni} = -0.25\ V$, $E_{sn^{+2}/Sn} = -0.14\ V$

الحـــــــل :-

من خلال التفاعل العام يتضح ان النيكل انود وان الخارصين كاثود

انتبه : قلبنا الاشارة

$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $E^{\circ}_{anode} = +0.25\ V$

$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn$ $E^{\circ}_{Cathode} = -0.14\ V$

$Sn^{+2}_{(aq)} + Ni_{(S)} \longrightarrow Sn_{(S)} + Ni^{+2}_{(aq)}$

$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$

$E^{\circ}_{Cell} = (+0.25\ V) + (-0.14\ V)$

$E^{\circ}_{Cell} = +0.11\ V$

$E_{Cell} = E^{\circ}_{Cell} - \frac{0.026}{n} \text{Ln} \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$

انتبه :- لقد ذكر في سياق السؤال الجملة الاتية :-
(علماً ان قطب القصدير قياسية) وهذا يعني :-
أن التركيز لأيون القصدير = 1M

$0.17\ V = 0.11\ V - \frac{0.026}{2} \text{Ln} \frac{[Ni^{+2}]}{1}$

$0.17\ V = 0.11 - \{0.013 \times \text{Ln}\ [Ni^{+2}]\}$

$0.17 - 0.11 = -\{0.013 \times \text{Ln}\ [Ni^{+2}]\}$

$0.06 = -0.013\ \text{Ln}\ [Ni^{+2}]$

$\text{Ln}\ [Ni^{+2}] = \frac{0.06}{-0.013}$

$\text{Ln}\ [Ni^{+2}] = -4.6$

$[Ni^{+2}] = e^{-4.6}$

$[Ni^{+2}] = 0.01\ mol/L$

س4-29 :- خلية كلفانية في درجة 25C° احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1 atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه 0.01 M ؟ احسب الاس الهيدروجيني PH لمحلول قطب الهيدروجين ؟ اذا علمت ان ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية يساوي 49 KJ/mol – وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي يساوي 0.25 V –

ملاااااحظة :- دائماً عندما يطلب PH فأن احد قطبي الخلية سيكون الهيدروجين ويكون هدفك هو استخراج [H⁺] عن طريق معادلة نيرنست وثم تطبيق PH = - Log [H⁺]

توضيح وتحليل لخطوات الحل :-

1- لقد ذكر في السؤال ان احد القطبين هو الهيدروجين (جهد اختزاله القياسي = صفر) والقطب الاخر هو النيكل والذي جهد اختزاله القياسي = - 0.25

ولأنه (قيمة سالبة) يعني اصغر من الصفر أذن :-

قطب الهيدروجين كاثود وقطب النيكل انود 0 ومن ذلك اكتب تفاعلات الاقطاب واستخرج $E°_{Cell}$

2- لقد اعطى قيمة الطاقة الحرة الغير قياسية (ΔG = - 49 KJ/mol) ومن هذه المعلومة تستطيع استخراج قيمة جهد الخلية الغير قياسي E_{Cell} عن طريق العلاقة ($\Delta G = - n F E_{Cell}$) ولاتنسى حول الطاقة الحرة من الكيلو جول للجول

3- اصبحت لديك كل المتغيرات جاهزة لأستخراج [H⁺] عن طريق معادلة نيرنست ثم تطبيق PH = - Log [H⁺]

انتبه : قلبنا الاشارة

$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^- \qquad E°_{anode} = + 0.25\ V$$

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E°_{Cathode} = 0.00\ V$$

$$Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{+2} + H_2 \qquad E°_{Cell} = + 0.25\ V$$

ملاحظات دائمة :- تخص التغير بالطاقة الحرة

1- عندما يعطي التغير بالطاقة الحرة دائماً تستخرج جهد الخلية (سواء كان قياسي او غير قياسي) يعني حتى لو ماتعرف حل السؤال على الاقل اكسب الدرجات بالطاقة الحرة وايظاً بتفاعلات الاقطاب وايجاد جهد الخلية القياسي

2- دائماً اذا اعطيت وحدة التغير الطاقة الحرة بالكيلو جول تحول الى جول

$$\Delta G = - n F E_{Cell}$$

$$-49\ Kg/mol = - 2 \times 96500 \times E_{Cell}$$

$$-49000 = -193000 \times E_{Cell}$$

$$E_{Cell} = \frac{-49000}{-193000}$$

$$E_{Cell} = 0.25\ V$$

$$E_{Cell} = E°_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Ni^{+2}]}{[H^+]^2} \Longrightarrow 0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0.25 = 0.25 - 0.013\ Ln \frac{0.01}{[H^+]^2} \Longrightarrow 0.25 - 0.25 = - 0.013\ Ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0 = -0.013\ Ln \frac{0.01}{[H^+]^2} \Longrightarrow \frac{0}{0.013} = Ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0 = Ln \frac{0.01}{[H^+]^2} \Longrightarrow \frac{0.01}{[H^+]^2} = e^0$$

$$\frac{0.01}{[H^+]^2} = 1 \Longrightarrow [H^+]^2 \times 1 = 0.01$$

$$[H^+]^2 = 0.01 \Longrightarrow [H^+] = 0.1$$

$$PH = - Log [H^+] \Longrightarrow PH = - Log\ 1 \times 10^{-1} \Longrightarrow PH = 1$$

أفضل هدية :- دعاء يكون لك وانت لاتعلم

س4-30 :- اذا علمت ان جهد الخلية الاتية عند 25C° يساوي 0.9992 V

$Sn / Sn^{+2} (? M) // Ag^{+1} (1 M) / Ag$

جد تركيز ايونات القصدير Sn^{+2} في محلول القطب علماً ان قطب الفضة في ظروفه القياسية 0

وان جهود الاختزال القياسية $E_{Ag^{+1}/Ag} = + 0.80\ V$, $E_{Sn^{+2}/Sn} = - 0.14\ V$

الحل :-

عزيزي الطالب في هذا السؤال لن أذكر أي توضيح بأعتبار ان كل التوضيحات والملاحظات اصبحت مكررة

$$Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^- \quad E^\circ_{anode} = + 0.14\ V$$
$$2Ag^{+1} + 2e^- \longrightarrow 2Ag \quad E^\circ_{Cathode} = + 0.80\ V$$

$$Sn + 2Ag^{+1} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$$

$$E^\circ_{Cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{Cathode}$$
$$E^\circ_{Cell} = (+ 0.14\ V) + (+ 0.80\ V)$$
$$E^\circ_{Cell} = + 0.94\ V$$

$$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^{+1}]^2}$$

$$0.9992 = 0.94 - \frac{0.026}{2} Ln \frac{[Sn^{+2}]}{[1]^2}$$

$$0.9992 = 0.94 - 0.013\ Ln [Sn^{+2}]$$

$$0.9992 - 0.9400 = - 0.013\ Ln [Sn^{+2}]$$

$$0.0592 \approx 0.06 = - 0.013\ Ln [Sn^{+2}]$$

$$Ln [Sn^{+2}] = \frac{0.06}{-0.013}$$

$$Ln [Sn^{+2}] = - 4.6$$

$$[Sn^{+2}] = e^{-4.6}$$

$$[Sn^{+2}] = 0.01\ mol/L$$

أخي العزيز :- لقد بقي لديك السؤال السابع فقط من اسئلة الفصل غير محلول فيما يخص تطبيقات معادلة نيرنست 0 لذلك حاول ان تختبر نفسك بأيجاد الحلول لهذا السؤال بعد ان اصبحت متسلحاً بكل المعلومات والملاحظات والتوضيحات 0
حظاً موفقاً

الخلايا الالكتروليتية

الخلايا الالكتروليتية :- وهي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ولها تطبيقات مهمة في الصناعة ، مثلاً تستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات في عملية الطلاء الكهربائي 0

- ومن الخلايا الالكتروليتية :-

1- خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم
2- خلايا الطلاء الكهربائي

خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم

التحليل الكهربائي :- هو العملية التي يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليتة غير تلقائي 0

- تتكون خلية منصهر كلوريد الصوديوم NaCL من الكاربون او البلاتين مغمورة في منصهر كلوريد الصوديوم وعند عملية التحليل الكهربائي
- فأن الاختزال يحدث عند الكاثود حيث تختزل ايونات Na^+ فقط مكونةً فلز الصوديوم Na

$$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$$

- اما عملية التأكسد فتحدث عند الانود حيث تتأكسد ايونات الكلوريد Cl^{-1} وتتحرر على شكل غاز الكلور Cl_2

$$2CL^{-1} \longrightarrow Cl_2 + 2e-$$

- وبجمع تفاعل نصف الخلية ومساواة الالكترونات نحصل على التفاعل العام

$$2CL^{-1} \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$
$$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$$

$$2CL^{-1} + 2Na^{+1} \longrightarrow CL_2 + 2Na$$

خلايا الطـلاء الكهربائـــي

عملية الطلاء الكهربائي :- هي طريقة يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز أخر وللطلاء اهمية كبيرة في حماية المعادن من الصدأ والتأكل 0

- ممن تتكون خلية الطلاء الكهربائي ؟
- تتكون خلية الطلاء الكهربائي من :-

1- **الانود** :- ويتكون من الفلز النقي المراد الطلاء به مثل :- الفضة ، الذهب
2- **الكاثود** :- يتكون من المادة او السطح المراد طلائه مثل :- ملعقة طعام ، خاتم

- أما محلول الخلية فيكون حاوي على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به مثل :- AgNO3
- ماهي شروط الطلاء الجيد ؟ (وزاري)

1- شدة التيار ضعيفة
2- تركيز ايونات لفلز المراد الطلاء به تكون قليلة

قوانيـــن فـــاراداي

القانون الاول لفاراداي :- تتناسب كتلة أي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية 0

القانون الثاني لفاراداي :- تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب ، بأستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة

- **العمليات التي تجري عند الكاثود**

1- تختزل ايونات الفلز الى ذراته عند الكاثود وتترسب عليه

2- تتحرر عند الكاثود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة موجبة مثل غاز الهيدروجين H_2 وغيره

- **العمليات التي تجري عند الانود**

1- تتأكسد الفلزات (تذوب) في محلول القطب أي ان الفلز يعاني ذوباناً او اضمحلالاً

2- تتحرر عند قطب الانود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة سالبة مثل غاز CL_2 وغاز O_2

- **أهم المصطلحات المستخدمة في قوانين فاراداي**

1- التيار الكهربائي يرمزله (I) ووحدته الامبير (A)

2- الشحنة الكهربائية (Q) ووحدتها الكولوم

3- الزمن (t) ووحدتها الثانية (s) فاذا وردت بالدقائق او الساعات يجب تحويلها الى الثانية

4- عدد افوكادرو (N_A) ويساوي = 6.02×10^{23}

رحلة التفوق في السادس @

ليس الجمال بأثواب تزيننا ...

إنّ الجمال جمال العلم والأدب

• من القوانين المستخدمة

• يستخدم لأيجاد الشحنة لكهربائية Q

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I\ (A) \times t\ (s)}{96500\ (\frac{C}{mol})}$$

• تستطيع ايجاد الكتلة او الكتلة المولية عن طريق القانون

$$M\ (g/mol) = \frac{m\ (g)}{n\ (mol)}$$

$$m(g) = n\ (mol) \times M\ (g/mol)$$

$$n\ (mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$$

• تستطيع ايجاد عدد الذرات او عدد الجزيئات او عدد الالكترونات المارة في الخلية عن طريق العلاقة :-

عدد الذرات او عدد الجزيئات او عدد الالكترونات المارة في الخلية = $n\ (mol) \times N_A\ (atmos/mol)$

عدد الذرات او عدد الجزيئات او عدد الالكترونات المارة في الخلية = $n\ (mol) \times 6.02\times10^{23}\ (atmos/mol)$

• تحول عدد المولات الى حجم الغازات المتحررة بأستخدام قانون الغاز المثالي

$$P \times V = n \times R \times T$$

• لأيجاد الحلول يجب ان نحدد مايطلب في السؤال فأذا كان المطلوب كتلة او كتلة مولية فأن الحل سيكون

1- اكتب معادلة اختزال العنصر

2- نجد قيمة Q عن طريق العلاقة :- $Q\ (mol.e^-) = \frac{I\ (A) \times t\ (s)}{96500\ (\frac{C}{mol})}$

3- نجد عدد الموات n عن طريق قسمة قيمة Q على عدد الالكترونات في معادلة الاختزال

4- نطبق علاقة عدد المولات :- $n\ (mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$ ثم طرفين في وسطين لأيجاد الكتلة او الكتلة المولية

5- ثم اذا طلب عدد الذرات او عد الجزيئات او عدد الالكترونات نطبق :-

عدد الذرات او عدد الجزيئات او عدد الالكترونات المارة في الخلية = $n\ (mol) \times 6.02\times10^{23}\ (atmos/mol)$

... اما اذا طلب التيار بالامبير او الزمن بالثانية فالعمل يكون بالعكس يعني :-

1- اكتب معادلة اختزال العنصر 2- اجد عدد المولات من القانون $n = \frac{m\ (g)}{M(g/mol)}$

3 - اجد Q من العلاقة $n = \frac{Q}{e}$ 4- ثم بعد ان اجد Q أبدأ بتطبيق العلاقة :- $Q\ (mol.e^-) = \frac{I\ (A) \times t\ (s)}{96500\ (\frac{C}{mol})}$

وذلك للحصول على التيار او الزمن وحسب مامطلوب في السؤال 0

البطاريات (النضائد) وخلايا الوقود

- من اهم البطاريات الشائعة الاستخدام

بطارية الخزن الرصاصية

& تستعمل هذه البطارية في تشغيل السيارة وكثير من المعدات الكهربائية والصناعية

& تتكون من مجموعة من خلايا رصاصية كلفانية جهد كل منها اكبر بقليل من 2V 0

حيث تتكون كل بطارية من قطبين

الانود مصنوع من مادة الرصاص

والكاثود مصنوع من اوكسيد الرصاص

ويكون القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي هو حامض الكبريتيك الذي تتراوح كثافته عند شحن البطارية من 1.2 g/mL الى 1.3 g/mL

وان هذه البطارية مجموعة من ثلاث او ست خلايا تعمل تعمل كخلية كلفانية جهدها 6V او 12V على التوالي

وان التفاعل الذي يحصل عند الانود هو :-

$$Pb + SO_4^{-2} \longrightarrow PbSO_4 + 2e^-$$

وان التفاعل الذي يحصل عند الكاثود هو :-

$$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O$$

حيث سيكون التفاعل العام للخلية هو الاتي :-

$$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$$

حيث عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين

ويستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متأين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة محلول الحامض

وبمجرد ان تنطلق السيارة حتى تنعكس تفاعلات نصفي الخلية تحت تأثير الفولتية التي ينتجها المولد ويعاد انتاج H_2SO_4 و PbO و Pb

---

الخلية الجافة (خارصين – كاربون)

& هذه الخلية عبارة عن وعاء من الخارصين يعمل كأنود مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكاربون (كرافيت) وكلوريد الامونيوم NH_4CL

حيث عند الانود تتأكسد ذرات الخارصين:-

$$Zn + 2OH^- \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$$

اما عند الكاثود تنتقل الالكترونات داخل الخلية حيث عنده يختزل MnO_2 بوجود الماء :-

$$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2MnO(OH) + 2OH^-$$

حيث سيكون التفاعل العام للخلية :-

$$Zn + 2MnO_2 + 2H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2MnO(OH)$$

- مواصفات الخلية الجافة :- (وزاري 2013 الدور الثالث)

1- تعطي جهد مقداره 1.48 V
2- غير قابلة للشحن
3- تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب وغيرها

مثال 4- 9 :- لتفاعل نصف الخلية الاتية :- $Mg^{+2} + 2e^- \longrightarrow Mg$

احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته (25 A)
لفترة ساعة واحدة (1 hr) علماً ان الكتلة الذرية للمغنيسيوم تساوي 24
ماهي عدد ذرات المغنيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف ؟

الحل :-

$Mg^{+2} + 2e^- \longrightarrow Mg$

1- نجد قيمة Q بعد ان نحول وحدة الزمن الى الثانية

$T(S) = 60 \times 60 = 3600\ S$

$Q = \frac{I(A) \times t(S)}{96500} = \frac{(25 \times 3600)}{96500} = 0.9\ mol.e^-$

2- نقوم بأيجاد عدد المولات (n)

$n\ (mol) = \frac{0.9}{2} = 0.45\ mol$

3- نقوم بأيجاد الكتلة عن طريق القانون $n(mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g.mol)}$ ومنه نشتق

$m\ (g) = n\ (mol) \times M\ (g/mol)$
$m\ (g) = 0.45\ (mol) \times 24\ (g/mol) = 10.8\ g$

4- ولأيجاد عدد ذرات المغنيسيوم نطبق

عدد الذرات $= n \times N_A$
$= 0.45\ (mol) \times \{ 6.02 \times 10^{23}\ (atmos/mol) \}$
$= 2.7 \times 10^{23}$ atmos

س4-31 :- أمرر تيار كهربائي شدته (10 A) خلال (965 s) في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ماهو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته ؟ علماً ان الكتلة الذرية للنحاس = 63

الحل :-

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

1- نقوم بأيجاد قيمة Q عن طريق القانون

$Q = \frac{I(A) \times t(S)}{96500} = \frac{10 \times 965}{96500} = 0.1\ mol\ .\ e^-$

2- نقوم بأيجاد قيمة (n) عدد المولات

$n\ (mol) = \frac{0.1}{2} = 0.05\ mol$

3- نقوم بأيجاد الكتلة عن طريق القانون $n(mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g.mol)}$ ومنه نشتق

$m\ (g) = n\ (mol) \times M\ (g/mol)$
$m\ (g) = 0.05\ (mol) \times \{ 63\ (g/mol) \}$
$m\ (g) = 3.15\ g$

4- ولأيجاد عدد ذرات النحاس نطبق

عدد الذرات $= n \times N_A$
$= 0.3 \times 10^{23}$ atmos

رحلة التفوق في السادس

س32-4 :- يترسب (0.648 g) من احد الفلزات احادية التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته (3 A) لمدة (13 s , 3 min) في محلول احد املاح ذلك الفلز . احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

الحل :-

$M^{+1} + 1e^- \longrightarrow M$

1- نقوم بأيجاد قيمة Q بعد ان نحول وحدة الزمن الى الثانية

$T (s) = (3 \times 60) + 13 = 193 \ s$

$Q = \frac{I (A) \times t (S)}{96500} = \frac{3 \times 193}{96500} = 0.006 \ mol . e^-$

2- نقوم بأيجاد عدد المولات (n)

$n (mol) = \frac{0.006}{1} = 0.006 \ mol$

3- نقوم بأيجاد الكتلة الذرية عن طريق القانون $n(mol) = \frac{m (g)}{M (g.mol)}$ ومنه نشتق

$M (g/mol) = \frac{m (g)}{n (mol)} = \frac{0.648 (g)}{0.006 (mol)} = 108 \ g/mol$

س35-4 :- اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب امرر تيار كهربائي شدته (10 A) في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم ، لوحظ انه خلال (9.65 s) ان 75% من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ؟ علماً الكتلة الذرية للذهب = 197

الحل :-

$Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au$

1- سنقوم بأيجاد قيمة Q

$Q = \frac{I (A) \times t (S)}{96500} = \frac{10 \times 9.65}{96500} = 0.001 \ mol.e^-$

$0.001 \times \frac{75}{100} = 0.00075 \ mol.e^-$

2 - ولأيجاد عدد المولات (n)

$n (mol) = \frac{0.00075}{3} = 0.00025 \ mol$

3 – نقوم بأيجاد الكتلة عن طريق القانون $n(mol) = \frac{m (g)}{M (g.mol)}$ ومنه نشتق

$m (g) = n (mol) \times M (g/mol)$

$m (g) = 0.00025 \times 197 = 0.05 \ g$

س4-36 :- عند امرار 0.2 mol.e⁻ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر 0.448 L من الهيدروجين في STP أحسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63

الحل :- (وزاري 2013 الدور الثاني)

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

$$n_{H_2} = \frac{V(L)}{22.4} = \frac{0.448}{22.4} = 0.02 \text{ mol}$$

- وبما انه من خلال المعادلة نلاحظ ان ان كل 2 mol.e تحرر 1 mol.e من H_2 أذن :-

$$n = \frac{Q}{2} \Longrightarrow 0.02 = \frac{Q}{2} \Longrightarrow Q = 0.02 \times 2 = 0.04$$

- وبما انه (ترسيب Q + تحرير Q = Q) اذن :- (تحرير Q - الكلية Q = ترسيب Q)

$$Q_{ترسيب} = 0.2 - 0.04 = 0.16 \text{ mol.e}$$

$$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$$

$$n = \frac{0.16}{2} = 0.08 \text{ mol}$$

$$n\,\frac{m}{M} \Longrightarrow m = n \times M \Longrightarrow m = 0.08 \times 63 = 5.04 \text{ g}$$

س4-37 :- ماهو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب 5 g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب 0 حالة التأكسد للذهب = 3+ ؟ الكتلة الذرية للذهب = 197

الحل :-

$$Au^{+3} + 3e \longrightarrow Au$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5\ g}{197\ (g/mol)} = 0.025 \text{ mol}$$

$$n = \frac{Q}{e} \Longrightarrow 0.025 = \frac{Q}{3} \Longrightarrow Q = 0.025 \times 3 = 0.075 \text{ mol.e}$$

$$Q = \frac{I(A) \times t(S)}{96500} \Longrightarrow 0.075 = \frac{I \times 3600}{96500}$$

حولنا الساعة الى ثواني

$$I = \frac{0.075 \times 96500}{3600} = 2 \text{ A}$$

تمرين 4-14 :- (وزاري 2013 الدور الاول) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه يساوي 600 mL 0 امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A 0 احسب الزمن اللازم لكي يتبقى 0.03 mol من ايون النحاس ؟

الحل :-

$M\ (mol/L) = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)}$

$n\ (mol) = M\ (mol/L) \times V\ (L)$

$n\ (mol) = 0.2 \times \frac{600}{1000} = 0.12\ mol$

$n = 0.12 - 0.03 = 0.09\ mol$

$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$

$n = \frac{Q}{e} \Longrightarrow Q = n \times 2 \Longrightarrow Q = 0.09 \times 2 = 0.18\ mol.e$

$Q = \frac{I\ (A) \times t\ (S)}{96500}$

$0.18 = \frac{96.5 \times t}{96500}$

$t = \frac{0.18 \times 96500}{96.5} = 180\ s$

تمرين 4-13 :- (وزاري 2013 الدور الثالث) ماهي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCL_3$ لمدة (200 s) ليرسب (3 g) من الذهب عند الكاثود 0 علماً ان الكتلة الذرية للذهب = 197

الحل :-

$Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au$

$n\ (mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$

$n\ (mol) = \frac{3\ (g)}{197\ (g/mol)} = 0.015$

$n\ (mol) = \frac{Q\ (mol.e)}{e} \Longrightarrow Q = n \times e \Longrightarrow Q = 0.015 \times 3 = 0.045$

$Q = \frac{I(A) \times t(S)}{96500} \Longrightarrow 0.045 = \frac{I(A) \times 200}{96500} \Longrightarrow I\ (A) = \frac{0.045 \times 96500}{200}$

$I\ (A) = 21.7\ A$

حلول المتبقي من اسئلة الفصل مع الاسئلة المضافة

السؤال 4-14 مضاف :- احسب جهد قطب غاز H_2 في 25C وضغط 1 atm
اذا علمت ان PH للمحلول الالكتروليتي تساوي **1**

الحـــــــــــــــــــــل :-

توضيح :- نحن نعرف ان قيمة جهد القطب القياسي للهيدروجين = صفر

بما ان قيمة **PH = 1** اذن نستطيع استخراج قيمة $[H^+]$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{-1} = 0.1\ M$

توضيح :- دائماً عندما نتعامل مع قطب واحد نكتب معادلة نصف تفاعل اختزال (كاثود)

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \qquad E^\circ_{Cathode} = 0.00\ V$

$0.1\ M \qquad\qquad\qquad 1$

$E_{H^+/H} = E^\circ_{H^+/H} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{1}{[H^+]^2}$

$E_{H^+/H} = 0.00 - \{ \frac{0.026}{2} \ln \frac{1}{[0.1]^2} \}$

$E_{H^+/H} = 0.00 - \{ 0.013 \frac{1}{10^{-2}} \}$

$E_{H^+/H} = - \{ 0.013 \ln 100 \}$

$E_{H^+/H} = - \{ 0.013 \times 4.6 \}$

$E_{H^+/H} = - 0.0598\ V$

رحلة التفوق في السادس @

أن الطفوله فترة من العمر .... يعيش بها الانسان على حساب غيره.......

السؤال 4 – 38 مضاف :- في خلية تحلل الماء كهربائياً في STP تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة (3 دقائق و 13 ثانية) 0 فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية 0 وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي 0.0672 L 0 اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام لها 0 ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة تيار الماء ؟

الحـــــل :-

$2O^{-2} \longrightarrow O_2 + 4e^-$

$4H^{+1} + 4e^- \longrightarrow 2H_2$

$2O^{-2} + 4H^{+1} \longrightarrow O_2 + 2H_2$ Or $2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$

نفرض حجوم الغازات الناتجة X $2X$

$V_T = VO_2 + VH_2$

$0.0672 = X + 2X$

$0.0672 = 3X$

$X = \frac{0.0672}{3} = 0.0224\ L$ وهذا يمثل حجم غاز الاوكسجين O_2

$2X = 2 \times 0.0224 = 0.0448\ L$ وهذا يمثل حجم غاز الهيدروجين H_2

$n(O_2) = \frac{0.0224}{22.4} = 10^{-3}\ mol$

$2O^{-2} \longrightarrow O_2 + 4e^-$

$Q = n \times e^-$

$= 10^{-3} \times 4$

والان نحسب الزمن

$T_s = 3\times60 + 13 = 193\ s$

$Q = \frac{I \times t_s}{96500}$

$4 \times 10^{-3} = \frac{I \times 193}{96500}$

$I \times 193 = 4 \times 10^{-3} \times 96500$

$I = \frac{386}{193} = 2\ A$

السؤال 4- 39 مضاف :- خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأنخفض جهد القطب بمقدار 0.0592 V عن قيمة جهده القياسي 0 احسب تركيز ايونات القطب حينئذ ؟

الحل :-

لقد ذكر في السؤال ان المحلول خفف اي انخفض بمقدار (0.0592 V) ومنه نحصل على :-

$$E_{Cu^{+2}/Cu} = E^{\circ}_{Cu^{+2}/Cu} - 0.0592$$

$$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$$

$$E_{Cu^{+2}/Cu} = E_{Cu^{+2}/Cu} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$$

$$E^{\circ}_{Cu^{+2}/Cu} - 0.0592 = E^{\circ}_{Cu^{+2}/Cu} - \{ \frac{0.026}{2} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} \}$$

$$-0.0592 = -\{ 0.013 - \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} \}$$

$$\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = \frac{-0.0592}{-0.013}$$

$$\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = 4.6$$

$$\frac{1}{[Cu^{+2}]} = e^{4.6}$$

$$\frac{1}{[Cu^{+2}]} = 100$$

$$100 [Cu^{+2}] = 1$$

$$[Cu^{+2}] = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ M}$$

السؤال 4- 40 مضاف :- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ

$E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = 0.80$, $E^{\circ}_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76$

اجب عن مايأتي :-

1- ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي من الخارصين والفضة في محاليل الكتروليتاتهم تركيز كل منها 0 1M اي من اللوحين تقل كتلته واي منهما سوف تزداد كتلته ولماذا ؟

2- ماقيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه 0.1 M

الحـــــــــــــــــــــــــــــــــل :-

جواب (1)

بما ان جهد اختزال الفضة اكبر من جهد اختزال الخارصين

أذن يكون لوح الخارصين (انود) في الخلية – اما لوح الفضة يكون كاثود

اي الخارصين يعاني تفاعل اكسدة فيؤدي الى ذوبانه وتقل كتلته بينما لوح الفضة يعاني اختزال فتزداد كتلته وحسب:

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ $\quad E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$

$2Ag^{+} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag$ $\quad E^{\circ}_{Cathod} = = +0.80\ V$

$Zn + 2Ag^{+} \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{Cathode}$

$E^{\circ}_{Cell} = 0.76 + 0.80 = 1.56\ V$

جواب (2)

$E_{Cell} = E^{\circ}_{Cell} - \frac{0.026}{n} Ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^{+1}]^2}$

$E_{Cell} = 1.56 - \{ 0.013 \ln \frac{1}{(0.10)^2}$

$E_{Cell} = 1.56 - \{ 0.013 \ln 100 \}$

$E_{Cell} = 1.56 - \{ 0.013 \times 4.6 \}$

$E_{Cell} = 1.56 - \{ 0.06 \}$

$E_{Cell} = 1.5\ V$

$\Delta G_r = - n F E_{Cell}$

$= - \{ 2 \times 96500 \times 1.5 \}$

$= - 289500\ J/mol$

سؤال 4- 33 مهم جداً :- احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة الحجم المولي لأي غاز عند STP يساوي 22.4 L) ؟

الحـــــــــــــــــــل :-

نستطيع استخراج عدد الالكترونات من القانون :- عدد الالكترونات = $Q \times N_A$

لذلك سوف نعمل على استخراج Q تعويضها في القانون بأعتبار ان NA يمثل عدد ثابت (6.023×10^{23})

يتحرر الاوكسجين O_2 عند قطب الانود (تأكسد) كماياتي :-

$$2O^{-2} \longrightarrow O_2 + 4e^-$$

في الظروف القياسية فأن :-

عدد المولات = $\frac{\text{الحجم}}{\text{الحجم المولي}}$

$$n = \frac{V}{22.4} = \frac{2 \times 22.4}{22.4}$$

$$n = 2 \text{ mol}$$

والان نستطيع استخراج Q من العلاقة :-

$$Q = n \times 4e^-$$

$$Q = 2 \times 4 = 8 \text{ mol.e}$$

والان نستطيع تطبيق العلاقة عدد الالكترونات = $Q \times N_A$

عدد الالكترونات = $Q \times N_A$

$= 8 \times 6.023 \times 10^{23}$

$= 48.184 \times 10^{23}$ e

سؤال 4 -34 مهم جداً :- احسب شدة التيار اللازم لمدة (2 hr و 250 s) في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي تحرر 36.12×10^{21} جزيئاً من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

الحـــــــــل :-

لحساب شدة التيار سوف نحتاج الى تطبيق القانون :- $Q = \frac{I \times t_s}{96500}$

ان الزمن متوفر مع تحويله الى الثواني

$ts = 2 \times 3600 + 250 = 7450$ s

$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$

نفرض عدد جزيئات الاوكسجين $X = O_2$

نفرض عدد جزيئات الهيدروجين $2X = H_2$

$X + 2X = 3X = 36.12 \times 10^{21}$

$X = \frac{36.12 \times 10^{21}}{3} = 1204 \times 10^{19}$

وان هذه تمثل عدد جزيئات الاوكسجين (mole Cules Of O_2)

عدد جزيئات الاوكسجين $= n \times NA$

$1204 \times 10^{19} = n \times 6.023 \times 10^{23}$

$n = \frac{1204 \times 10^{19}}{6.023 \times 10^{23}} = 0.02$ mol of O_2

$2O^{-2} \longrightarrow O_2 + 4e^-$

$Q = n \times e$

$Q = 0.02 \times 4$

$Q = 0.08$ mol .e

والان اصبح بالامكان تطبيق القانون لاستخراج شدة التيار

$Q = \frac{I \times t_s}{96500}$

$0.08 = \frac{I \times 7450}{96500}$

$I \times 7720 = 0.08 \times 96500$

$I = \frac{7450}{7720} = 1.03 \approx 1$ A

مادة الكيمياء للصف السادس العلمي التطبيقي

للعام الدراسي 2016 - 2017

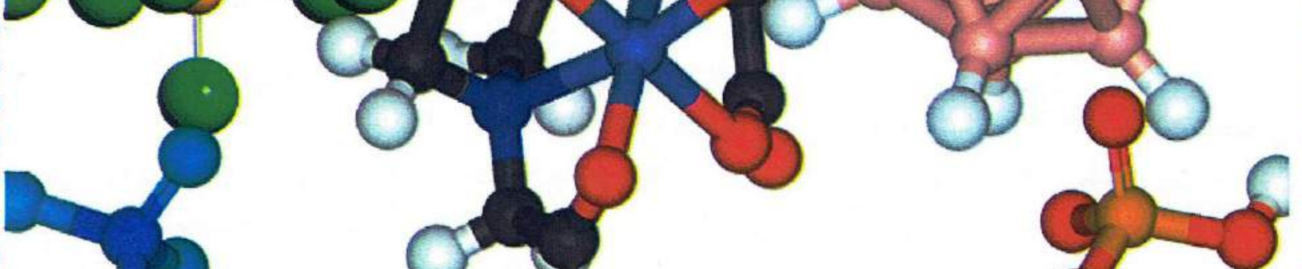
الفصــــل الخامس

الكيمياء التناسقية

Coordination Chemistry

أعداد الأستاذ :ابراهيم علي ابراهيم

للاتصال والاستفسار:07735004255 ، 07807677266



الكيميـاء التناسقية

مقدمة:-

لقد اصبحت دراسة المركبات التناسقية من المجالات الرئيسية في الكيمياء اللاعضوية وذلك لتميزها بمايأتي :-

1- الوان مختلفة 2- خواص مغناطيسية 3- بنيات وتفاعلات كيميائية متعددة

وللمركبات التناسقية اهمية في :- الصناعة والزراعة والطب والصيدلة وفي انتاج الطاقة النظيفة 0

ومن المركبات المعقدة المهمة في حياتنا :- الهيموغلوبين و B12 و الكلوروفيل

العنصر **الانتقالي:-هو العنصر** الذي يحتوي على غلاف (d أو f) مملوء جزئياً اما في حالته الحرة او في احد مركباته

- **س 1 من اسئلة الفصل :- ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة ؟ (مهم)**

1- **لها حالات تأكسد متعددة 2-** العديد من مركباتها ملونة 3- لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة

4- لها اوربيتالات d او f مملوءة جزئياً لذلك تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية

الملح المزدوج والمركب التناسقي :- (مهم جداً جداً في الوزاري)

الملح المزدوج :- هو مركب **اضافة مستقر يعطي** عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون **بصفاته المستقلة 0**

مثال على ذلك :- ملح مور **حيث يعطي ايونات** Fe^{+2} و NH_4^+ و SO_4^{-2} عند اذابته في الماء

المركب التناسقي :- هو مركب **اضافة مستقر لكنه لايعطي** كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء أي ان الصفات المستقلة **لقسم من الايونات المكونة** له سوف تختفي 0

مثال على ذلك :- المركب التناسقي $CuSO_4.4NH_3$ **حيث** يذوب في الماء وفق المعادلة :-

$$CuSO_4.4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{+2} + SO_4^{-2}$$

حيث نلاحظ ان المركب لم يعطي الايونات التي **تكون منها كافة** SO_4^{-2} , Cu^{+2} بل اعطى فقط ايون SO_4^{-2}

أنتبـــه :- قد تأتي في الامتحان على شكل تعاريف او ما الفرق

مثال 5-1 :- وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ **كملح مزدوج بينما يصنف المركب** $K_3[Fe(CN)_6]$ **كمركب معقد (مركب تناسقي) ؟ (مهم)**

الحل :-

يتكون المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ من مزج محلولي كبريتات الحديد (II) **وكبريتات الامونيوم** وفق المعادلة :-

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \rightleftharpoons FeSO_4.(NH_4)_2SO_4$$

والمركب الناتج هو ملح مور خالي من الماء ، وعند ذوبانه في الماء فأنه يعطي ايونات Fe^{+2} و NH_4^+ و SO_4^{-2} ويتم التأكد من وجودها بأستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل ايون منها 0

أما عند اذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء فيكون وفق المعادلة :-

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{+3} + 3K^{+1}$$

حيث يلاحظ اختفاء ايونات Fe^{+3} المستقلة لأنها تكون ضمن الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{+3}$ وبالتالي فأن المحلول المعقد في الماء يعطي كشف لأيون K^+ فقط ولايعطي كشف لأيون Fe^{+3} وايون CN^- وهذا يعني ان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ هو ملح مزدوج 0 بينما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ هو مركب تناسقي 0

مفاهيم اساسية :-

نظرية السلسلة :- وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بأفتراض ان الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون والذي كان معروفاً في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لأشباع نوع واحد من التكافؤ .

نظرية فرنر :- وهي النظرية التي تفسر تكوين المركبات التناسقية بأفتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ 0 تكافؤ اولي ويعرف بحالة التأكسد وتكافؤ ثانوي والذي يعرف بعدد التناسق 0 ويحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافؤين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بأيونات سالبة اما التكافؤات الثانوية تتشبع بأيونات سالبة او جزيات متعادلة .

نظرية اصرة التكافؤ :- تعد هذه النظرية تكوين المركبات التناسقية تفاعلاً بين حامض لويس (الفلز) وقاعدة لويس (الليكند) مع تكوين اصرة تناسقية بينهما 0 وهي ذات علاقة وثيقة بالتهجين والشكل الهندسي للمعقدات 0 وتمثل هذه النظرية اوربيتالات الفلز بمربعات واحياناً دوائر لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز والالكترونات الاتية من الليكندات .

الاعداد التناسقية والاشكال الهندسية :- ان للعدد التناسقي (عدد الليكندات التي ترتبط بالفلز المركزي بأواصر تناسقية) علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي 0 فأذا كان العدد التناسقي = 2 فأن الشكل الهندسي المتوقع يكون ذو تركيب خطي 0 وأذا كان العدد التناسقي = 3 فأن الشكل الهندسي المتوقع يكون مثلث مستوي 0 واذا كان العدد التناسقي = 4 فأن الشكل الهندسي المتوقع يكون اما رباعي الاوجه منتظم او مربع مستوي .

س :- ما هي فرضيات نظرية فرنر التناسقية ؟

ج :- 1- تمتلك اكثر العناصر نوعين من التكافؤ ، تكافؤ اولي متأين يمثل بخط متقطع (- - - - -) والذي يعرف بحالة التأكسد 0 وتكافؤ ثانوي غير متأين والذي يمثل بخط متصل (——) ويعرف بالعدد التناسقي 0

2- يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين في تكوين مركب معقد اشباع كلا التكافؤين 0 حيث تتشبع التكافؤات الاولية بأيونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشبع بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة 0

3- تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابتة في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي حول ايون الفلز المركزي وهذا هو اساس الكيمياء الفراغية للمعقدات الفلزية .

عدد من المصطلحات الخاصة بالمركبات التناسقية (احفظها مهمة جداً)

الليكند :- جزيء او ايون سالب يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر من المزدوجات الالكترونية.وعندما يهب الليكند مزدوجاً واحداً من الالكترونات فأنه يدعى احادي المخلب0وعندما يهب الليكند زوجين من الالكترونات يدعى ثنائي المخلب 0 وعندما يهب اكثر من زوجين يدعى الليكند متعدد المخلب.

الايون المركزي :- وهي ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية 0 وعادةً تكون فلز يرتبط كيميائياً بالليكند بأصرة تناسقية 0 وتسمى هذه الذرة المركزية بالايون المركزي .

المعقد التناسقي :- هو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة اواصر تناسقية .

عدد التناسق :- هو عدد الجزيئات او الايونات (الليكندات) التي ترتبط بالايون الفلزي المركزي مضروباً عدد المخالب التي يمتلكها الليكند أي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية .

الايون المعقد :- صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة ويحتوي على ذرة فلز مركزيةوعدد مناسب من الليكندات تحيط بها .وقد تكون الـذرة المركزية متعادلة او لها عدد تأكسد موجب او سالب اما الليكندات فقد تكون جزيئات متعادلة او ايونات سالبة او موجبة الشحنة عموماً .

معقد متعادل :- وهو المعقد الـذي لايحمل شحنة وهو لايتأين بالماء مثل :- $[Ni^0 (CO)_4]$.

الكيمياء التناسقية :- هو ذلك الجزء من الكيمياء اللاعضوية المعني بدراسة المركبات التناسقية وصفاتها.

مجال التناسق :- وهو عبارة عن اقواس مربعة [ ] ويكون بداخلها ذرة الفلز المركزي والليكندات المتصلة به

مجال التأين :- وهو الجزء الـذي يكتب خارج مجال التناسق أي خارج الاقواس المربعة

الـذرة المانحة :- وهي ذرو تمتلك مزدوج الكتروني حر او اكثر قابل للمشاركة (قاعدة لويس) وتكوين اصرة تناسقية

الليكندات الكليتية :- وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد الايون المركزي

س :- كيف مثل فرنر التأصر بين الكوبلت وبين ايونات الكلوريد وجزيئات الامونيا في المركب $CoCL_3.6NH_3$

ج :- راجع صفحة 197 على صفحة 198

انـــــــــواع الليكندات

1- **ليكندات احادية المخلب :-** وهي ليكندات تكون على الاغلب ايونات سالبة او جزيئات متعادلة تكون قادرة على منح مزدوج الكتروني واحد الى ايون الفلز الموجب وهي تحوي في تركيبها على ذرة واحدة قابلة للارتباط مع الـذرة المركزية مثل :- (CN^- ,Br^- ,F^- ,CL^- ,NH_3,RNH_2,C_5H_5N ,H_2O)

2- **ليكندات ثنائية المخلب :-** وهي ايونات او جزيئات تكون لها القدرة على الارتباط بأيون الفلز المركزي عبر اكثر من ذرة مانحة (تمتلك مزدوج الكتروني غير مشترك في التفاعل) مكونة مركبات حلقية مثل :- ($C_2O_4^{-2}$, en , dmg , CO_3^{-2} , NO_3^{-1})

3- **ليكندات متعددة المخلب :-** وهي ليكندات معقدة تحتوي على ثلاث او اربع واحياناً اكثر من ذلك من الـذرات القادرة على المساهمة في بناء اواصر تناسقية 0 مثل :- EDTE

& جدول مهم لمعرفة اسماء(اهم) الليكندات وصيغها واعداد تأكسدها وعدد مخالبها

اسم الليكند	الصيغة	عدده التأكسدي	عدد المخالب
كلورو	CL^{-1}	-1	احادي المخلب
برومو	Br^{-1}	-1	احادي المخلب
يودو	I^{-1}	-1	احادي المخلب
فلورو	F^{-1}	-1	احادي المخلب
ثنائي مثيل كلايوكسيماتو	dmg	-1	ثنائـــــــــي المخلب
ازيدو	N_3^{-1}	-1	احادي المخلب
نايترو	NO_2^{-1}	-1	احادي المخلب
نتراتو	NO_3^{-1}	-1	ثنائـــــــــي المخلب
سيانو	CN^{-1}	-1	احادي المخلب
خلاتو	CH_3COO^{-1}	-1	احادي المخلب
ثايوسياناتو	SCN^{-1}	-1	احادي المخلب
اوكزاليتو	$C_2O_4^{-2}$	-2	ثنائـــــــــي المخلب
كاربونيتو	CO_3^{-2}	-2	ثنائـــــــــي المخلب
الماء (أكوا)	H_2O	0	احادي المخلب
الامونيا (امين)	NH_3	0	احادي المخلب
اثيلين ثنائي امين	en	0	ثنـــــــــائي المخلب
الكاربونيل	CO	0	احادي المخلب
النايتروسيل	NO	0	احادي المخلب
اليوريا	$\{ (NH_2)_2 CO \}$	0	احادي المخلب
البيريدين	C_5H_5N	0	احادي المخلب
مثيل امين	CH_3NH_2	0	احادي المخلب

- يستطيع الطالب حفظ العدد التأكسدي لليكندات السالبة **بواسطة القاعدة (كل الليكندات** السالبة في الجدول عددها التأكسدي = 1- بأستثناء ($CO_3^{-2}, C_2O_4^{-2}$) = 2- وايضاً تحتاج SO_4^{-2} = 2-
- ويستطيع الطالب حفظ عدد المخالب بواسطة القاعدة (كل الليكندات **في الجدول احادية المخلب** بأستثناء (en, dmg , $C_2O_4^{-2}$, CO_3^{-2} , NO_3^{-1}) - وايضاً يستطيع الطالب **حفظ الليكندات الضاغطة** بواسطة القاعدة :-(كل الليكندات ضاغطة بأستثناء { CL^- , Br^- , F^- , I^- , H_2O , OH^- })

كيفية حساب التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي

- انتبه من الأن :- ان هذا الموضوع تعتمد عليه جميع مواضيع الفصل وهو موضوع بسيط جداً
- **التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) = عدد التأكسد للفلز المركزي (حفظ)**
- **التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = مجموع (عدد الليكندات في عدد المخالب) (حفظ)**

- سأبتدأ بالتوضيح ابتداءَ من التكافؤ الثانوي وذلك للسهولة

التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = مجموع (عدد الليكندات في عدد المخالب)

- **لمعرفة التكافؤ الثانوي** (عدد التناسق) يجب ان تعرف (هل ان الليكند أحادي ام ثنائي المخلب ؟)
- **نستطيع معرفة ذلك من خلال** القاعدة الاتية :-

القاعدة :- **(كل الليكندات أحادية** المخلب بأسستثناء مايأتي ثنائية المخلب :-

(en – dmg – C_2O_4 – NO_3 – CO_3 – $NH_2NH_3^+$ - $CH_3COOCH_2COCH_3$)

- وايضاً **هناك ليكند EDTE فهو ليكند** سداسي المخلب

- **التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) = عدد التأكسد للفلز المركزي**
- لمعرفة عدد التأكسد **للفلز المركزي يجب ان تعرف** أعداد التأكسد لليكندات سواء كانت ليكندات متعادلة او سالبة او **موجبة وحسب مايأتي :-**

1- **الليكندات المتعادلة** عددها التأكسدي **= صفر 0** وأهم الليكندات المتعادلة هي :-

الماء (اكوا) H_2O / الامونيا **(امين) NH_3** / **اثيلين ثنائي** امين en /
اول اوكسيد الكاربون (الكاربونيل) **CO** / **اول اوكسيد النتروجين** (نايتروسيل) **NO** /
اليوريا { $(NH_3)_2$ CO } / مثيل امين **CH_3NH_2** / **البيريدين C_5H_5N**

2- **الليكندات السالبة** :- تستطيع ان تعرف عددها **التأكسدي من خلال القاعدة** الاتية :-

القاعدة :- كل الليكندات السالبة عددها التأكسدي **= 1-**
بأستثناء مايأتي عددها التأكسدي **= 2-** وهي :-
(الاوكزالات C_2O_4 , الكبريتات SO_4 , الكاربونات CO_3)

3- **الليكندات الموجبة** وهي نادرة :- الهيدرازينيوم $NH_2NH_3^{+1}$

ملاحظة مفيدة :-

تستطيع معرفة عدد التأكسد للأيون الموجب في مجال التأين من خلال الجملة :- **(ذاك – بصف – الباقي +2)**

ذاك :- (ذ) ذهب Au^{+3} / (أ) ألمنيوم AL^{+3} / (ك) كروم Cr^{+3}

بصف :- (ب) بوتاسيوم K^{+1} / (ص) صوديوم Na^{+1} / (ف) فضة Ag^{+1}

الباقي من العناصر عدد تأكسدها = 2+ (مع بعض الشذوذ)

- أن هذه الجملة مفيدة للطالب في مجال التأين عندما يكون المجال موجباً فقط (يعني خارج الاقواس الكبيرة على اليسار) بأعتبار ان الفلز في مجال التناسق نستخرج عدده التأكسدي من المجموع التأكسدي لمجال التناسق

مثال 5-3 :- ما التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبات الاتية

أ- $K_4[Fe(CN)_6]$ ب - $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ (**وزاري 2013 الدور الاول**)

الحل :- (أ)

$K^{+1}{}_4[Fe(CN)^{-1}{}_6]^{-4}$

سوف نأخذ مجال التناسق $[Fe(CN)^{-1}{}_6]^{-4}$ ونجد عدد التأكسد للحديد

$(1 \times X) + (6 \times -1) = -4$

$(X) + (-6) = -4$

$(X) = (+6) + (-4)$

$X = +2$ أذاً التكافؤ الاولي للحديد = +2

ولأيجاد **التكافؤ الثانوي** للمعقد التناسقي $[Fe(CN)_6]^{-4}$

نلاحظ ان ليكند CN هو ليكند احادي المخلب (السن) لذلك فأن :-

التكافؤ الثانوي = 1 × 6 = 6 وهو يمثل عدد الليكندات المرتبطة بالفلز المركزي

(ب)

$[Cr(NH_3)_6]^{+3}(NO_3)_3$

سوف نأخذ مجال التناسق $[Cr(NH_3)_6]^{+3}$ ونجد عدد تأكسد الكروم

$(1 \times X) + (6 \times 0) = +3$

$X = +3$ أذاً التكافؤ الاولي للكروم = +3

ولأيجاد التكافؤ الثانوي للمعقد التناسقي $[Cr(NH_3)_6]^{+3}$

نلاحظ ان ليكند NH_3 هو ليكند أحادي المخلب (السن) لذلك فأن :-

التكافؤ الثانوي = 1 × 6 = 6 وهو يمثل عدد الليكندات المرتبطة بالفلز المركزي

تمرين 5-1 :- كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$

الحل :-

$K_3[Fe(CN)_6]^{-3}$

سوف نأخذ مجال التناسق $[Fe(CN)_6]^{-3}$ ونجد عدد التأكسد للحديد

$[Fe(CN)_6]^{-3}$

$(1 \times X) + (6 \times -1) = -3$

$(X) + (-6) = -3$

$X = (+6) + (-3)$

$X = +3$ أذاً التكافؤ الاولي = +3

ولأيجاد التكافؤ الثانوي للمعقد التناسقي $[Fe(CN)_6]^{-3}$

نلاحظ ان ليكند CN هو ليكند أحادي المخلب (السن) لذلك فأن :-

التكافؤ الثانوي = 1 × 6 = 6 وهو يمثل عدد الليكندات المرتبطة بالفلز المركزي

ملاحظة :-لأيجاد عدد التأكسد لأي فلز مركزي تستطيع ان تأخذ (مجال التناسق فقط ويكون = الشحنه التي يحملها) وتجد التكافؤ الاولي كما في أعلاه

أو تستطيع أن تأخذ المركب بأكمله وفي هذه الحالة (المركب المتعادل = صفر) كما في أدناه :-

$K_3[Fe(CN)_6] \Rightarrow (3 \times +1) + (1 \times X) + (6 \times -1) = 0 \Rightarrow (3) + (X) + (-6) = 0$

$(X) + (-3) = 0 \Rightarrow X = +3$

ويكون لك مطلق الحرية بأختيار الطريقة 0 (شكراًاااااا لأنتباهك)

س 5-4 :- ما العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للحديد في المركبات الاتية :-

1- $[Fe(CO)_5]$

2- $[Fe(C_2O_4)_3]^{-3}$

3- $K_3[Fe(CN)_6]$

4- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

الحل :-

أن اول اوكسيد الكاربون (الكاربونيل) هو مركب متعادل يعني = صفر

$[Fe(CO)_5]$

- انتبه :- **لقد اعطى** مجال تناسق فقط ولم يضع عليه شحنة يعني = صفر

$(1 \times X) + (5 \times 0) = 0$

$(X) + (0) = 0$

$X = 0$ التكافؤ الاولي للحديد = 0

$[Fe(C_2O_4)_3]^{-3}$

$(1 \times X) + (3 \times -2) = -3$

$(X) + (-6) = -3$

$X = (+6) + (-3)$

$X = +3$ التكافؤ الاولي للحديد = +3

$K_3[Fe(CN)_6]^{-3}$

- سوف نأخذ مجال التناسق فقط لأيجاد شحنة **الحديد** $[Fe(CN)_6]^{-3}$

$[Fe(CN)_6]^{-3}$

$(1 \times X) + (6 \times -1) = -3$

$(X) + (-6) = -3$

$X = (+6) + (-3)$

$X = +3$ التكافؤ الاولي للحديد = +3

$[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}\ SO_4^{-2}$

- سوف نأخذ مجال التناسق فقط لأيجاد شحنة الحديد $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}$

انتبه :- أن NO و H_2O مركبات متعادلة يعني = صفر

$[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}$

$(1 \times X) + (5 \times 0) + (1 \times 0) = +2$

$X = +2$ التكافؤ الاولي للحديد = +2

س6-9 النقطة 1 :- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في المعقد التناسقي $[Cr(H_2O)_4CL_2]^{+1}$

هي (أ- 3 ب- 1 ج- 6 د – 5)

الحل :-

$(1 \times X) + (4 \times 0) + (2 \times -1) = +1$

$(X) + (-2) = +1 \Longrightarrow X = (+2) + (+1)$

$X = +3$

س5-13 :-

(أ) :- أكمل العبارات الاتية للأيون المعقد $[Cr(C_2O_4)_2(H_2O)]^{-1}$

1- عدد التأكسد (التكافؤ الاولي) لعنصر Cr هو __+3__

$(1 \times X) + (2 \times -2) + (1 \times 0) = -1$

$(X) + (-4) = -1$

$X = (+4) + (-1)$

$X = +3$

2- عدد التناسق (التكافؤ الثانوي) لعنصر Cr هو __5__

$[Cr(C_2O_4)_2(H_2O)]^{-1}$

ان الماء ليكند احادي السن والاوكزالات ليكند ثنائي السن

التكافؤ الثانوي $= (2 \times 2) + (1 \times 1) = 5$

3- الاوكزالات C_2O_4 هو ليكند ثنائي السن

(ب) أكمل العبارات الاتية للايون المعقد $[Co(en)_2(H_2O)CN]^{+2}$

1- en هي اختصار لـ **أثيلين ثنائي أمين**

2- عدد التأكسد (التكافؤ الاولي) لعنصر Co هو __+3__

$(1 \times X) + (2 \times 0) + (1 \times 0) + (1 \times -1) = +2$

$(X) + (-1) = +2$

$X = (+1) + (+2)$

$X = +3$

3- عدد التناسق (التكافؤ الثانوي) لعنصر Co هو __6__

$[Co(en)_2(H_2O)CN]^{+2}$

ان H_2O و CN ليكندات احادية السن وان en ثنائي السن

التكافؤ الثانوي $= (2 \times 2) + (1 \times 1) + (1 \times 1) = 6$

4- __en__ هو ليكند ثنائي السن

- **عزيزي الطالب :-** حاول ان تستخرج التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي لأكبر **عدد ممكن من المركبات التناسقية** وذلك لأن كل فلز مركزي يتواجد في المعقدات التناسقية يمتلك تكافؤ اولي **وثانوي وليس من المعقول** ادراجها جميعها ضمن هذا الموضوع وخصوصاً واننا سنتطرق اليها في المواضيع القادمة **بشكل بديهي** وذلك لأنها تدخل ضمن الحلول



قاعدة العدد الـذري الفعال (EAN)

قاعدة العدد الـذري الفعال :-

تنص هذه القاعدة على ان المعقد التناسقي يصبح مستقراً اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلزوالالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الـذري لأحد الغازات النبيلة (Kr_{36} , Xe_{54} , Rn_{86}) ، ويسمى المجموع الكلي للالكترونات على الـذرة المركزية والممنوحة من الليكاندات بالعدد الـذري الفعال .

• كيفية ايجاد الحلول لأسئلة العدد الـذري الفعال :-

قبل البدء بأيجاد الحلول يجب ان تجد عدد التأكسد للفلز المركزي 0 ثم تتبع مايلي :-

1- نأخذ ذرة الفلز قبل دخولها بالمعقد التناسقي حيث تكون متعادلة كهربائياً ويكون (عدد الالكترونات = العدد الـذري)

أي :- العدد الـذري = ذرة الفلز

2- ايون الفلز = (العدد الـذري – عدد تأكسد الفلز المركزي)

أي :- العدد الـذري – عدد تأكسد الفلز = ايون الفلز

3- نحسب عدد الالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات حيث:-

كل واحد ليكند احادي المخلب = $2\ e^-$

وكل واحد ليكند ثنائي المخلب = $4\ e^-$

أي :-مجموع عدد الالكترونات الممنوحة من الليكندات = الليكند × عدده

أنتبه :- قد يتواجداكثر من ليكند في مجال التناسق وهنا يجب ان تحسب عدد الالكترونات الممنوحة من جميع الليكندات

4- نجمع عدد الالكترونات الموجودة على ايون الفلز مع الالكترونات الممنوحة من الليكندات

5- أذا كان المجموع يساوي العدد الـذري لأحد الغازات النبيلة (Kr_{36} , Xe_{54} , Rn_{86}) تنطبق عليه قاعدة EAN ويكون المعقد مستقراً 0 اما اذا كان لايساوي يكون المعقد غير مستقر 0

مثال 5-3 :- ما العدد الـذري الفعال للمعقد $[Co(NH_3)_6]^{+3}$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ أذا علمت ان العدد الـذري للكوبلت = 27 0

الحــــل :-

$Co = 27\ e^-$

جاءت من :-
$27 - 3 = 24$

ايجاد عدد التأكسد للفلز المركزي
$(1 \times X) + (6 \times 0) = +3$
$X = +3$

$Co^{+3} = 24\ e^-$

$6\ NH_3 = 12\ e^-$

جمع

===========================

$[Co(NH_3)_6]^{+3} = 36\ e^-$

• العدد الـذري الفعال = 36 وهو يساوي العدد الـذري لغاز الكربتون النبيل (Kr_{36}) ولهـذا يكون المعقد التناسقي مستقر لأنه يخضع لقاعدة EAN

تمرين 5-2 :- أحسب العدد الذري الفعال لكل من المركبات الاتية، ثم بين هل تنطبق قاعدة العدد الذري الفعال ؟

-1 $[Fe(CN)_6]^{-3}$ علماً ان العدد الذري $Fe = 26$

-2 $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$ علماً ان العدد الذري $Pd = 46$ (وزاري)

-3 $[Ni(en)_3]^{+2}$ علماً ان العدد الذري $Ni = 28$

الحل :-

-1 $[Fe(CN)_6]^{-3}$ علماً ان العدد الذري $Fe = 26$

$Fe = 26\ e^-$

$Fe^{+3} = 23\ e^-$ (جاءت من $26 - 3 = 23$)

$6\ CN^- = 12\ e^-$

جمع

حساب عدد التأكسد للفلز المركزي

$(1 \times X) + (6 \times -1) = -3$

$(X) + (-6) = -3$

$X = (+6) + (-3) = +3$

$[Fe(CN)_6]^{-3} = 35\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 35 وهو لايساوي العدد الذري لأي من الغازات النبيلة لذلك لايخضع لقاعدة العدد الذري الفعال

-2 $[Pd(NH_3)_6]^{+4}$ علماً ان العدد الذري $Pd = 46$

$Pd = 46\ e^-$

$Pd^{+4} = 42\ e^-$ (جاءت من $46 - 4 = 42$)

$6\ NH_3 = 12\ e^-$

جمع

حساب عدد التأكسد للفلز المركزي

$(1 \times X) + (6 \times 0) = +4$

$(X) + (0) = +4$

$X = +4$

$[Pd(NH_3)_6]^{+4} = 54\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 54 وهو يساوي العدد الذري لغاز الزينون (Xe_{54}) ولهذا يكون المعقد التناسقي مستقر لأنه يخضع لقاعدة EAN

-3 $[Ni(en)_3]^{+2}$ علماً ان العدد الذري $Ni = 28$

انتبه : en ليكند ثنائي المخلب أي كل (1 en) = 4e

$Ni = 28\ e^-$

$Ni^{+2} = 26\ e^-$

$3\ en = 12\ e^-$

جمع

حساب عدد التأكسد للفلز المركزي

$(1 \times X) + (3 \times 0) = +2$

$(X) + (0) = +2$

$X = +2$

$[Ni(en)_3]^{+2} = 38\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري = 38 وهو لايساوي العدد الذري لأي من الغازات النبيلة لذلك يكون المعقد التناسقي غير مستقر لأنه لايخضع لقاعدة EAN

محطة أستراحة (هل تعلم ؟؟؟)

-1 هل تعلم ان حاسة تذوق الفراشة في قدميها

-2 هل تعلم ان هناك نوع من العصافير يبني اكثر من عش ثم تأتي زوجته العصفورة وتختار واحد (ياعيني على الدلال ؟)

-3 هل تعلم انه اذا مات ذكر اليمامة فأن اليمامة لاترتبط بغيره الى ان تموت (شوف الوفاء ؟؟؟)

-4 هل تعلم انه ثبت علمياً أن عيون النساء ترمش ضعف عيون الرجال (بدون تعليق ؟؟؟)

تمرين 5-3 :- ماهو العدد الذري الفعال ؟ وهل تنطبق قاعدة EAN ؟ على المركبات الاتية :-

-1 $[Ni(NH_3)_6]^{+2}$ علماً ان العدد الذري للنيكل = 28

-2 $[Ag(NH_3)_4)]^{+1}$ علماً ان العدد الذري للفضة = 47

الحـــل :-

-1 $[Ni(NH_3)_6]^{+2}$ علماً ان العدد الذري للنيكل = 28

$Ni = 28\ e^-$

$Ni^{+2} = 26\ e^-$ (جاءت من $28 - 2 = 26$)

$6\ NH_3 = 12\ e^-$ (جمع)

حساب عدد تأكسد الفلز المركزي

$(1 \times X) + (6 \times 0) = +2$

$(X) + (0) = +2$

$X = +2$

$[Ni(NH_3)_6]^{+2} = 38\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال يساوي 38 وهو لايساوي العدد الذري لأي من الغازات النبيلة لذلك لايخضع لقاعدة EAN

-2 $[Ag(NH_3)_4)]^{+1}$ علماً ان العدد الذري للفضة = 47

$Ag = 47\ e^-$

$Ag^{+1} = 46\ e^-$ (جاءت من $47 - 1 = 46$)

$4\ NH_3 = 8\ e^-$ (جمع)

حساب عدد تأكسد الفلز المركزي

$(1 \times X) + (4 \times 0) = +1$

$(X) + (0) = +1$

$X = +1$

$[Ag(NH_3)_4]^{+1} = 54\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري لغاز الزينون Xe_{54} لذلك يخضع لقاعدة EAN

سؤال شاذ

مثال 5-4 :- ما العدد الذري الفعال للمعقد $[CoCL_4]^{-2}$ وهل تنطبق قاعدة EAN عليه اذا علمت ان العدد الذري للكوبلت = 27

الحـــل :-

$Co = 27\ e^-$

$Co^{+2} = 25\ e^-$ (جاءت من $27 - 2 = 25$)

$4\ CL^- = 8\ e^-$ (جمع)

حساب عدد تأكسد الفلز المركزي

$(1 \times X) + (4 \times -1) = -2$

$(X) + (-4) = -2$

$X = (+4) + (-2)$

$X = +2$

$[CoCL_4]^{-2} = 33\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال هنا = 33 وهو لايساوي العدد الذري لأي من الغازات النبيلة لذلك لايخضع لقاعدة EAN ولكن مع ذلك فأن هذا المعقد مستقر 0

ملاحظة :-

معقدات الكاربونيل الفلزية والتي فلزها المركزي ذو عدد ذري فردي لاتتبع قاعدة العدد الذري الفعال 0

وذلك بأعتبار ان العدد الذري للفلز المركزي فردي ويجمع مع الالكترونات القادمة من الكاربونيلات وهي ارقام زوجية 0 لذلك سوف يكون الناتج رقم فردي مهما كان عدد الكاربونيلات 0 لذلك وجد ان مثل هذه المركبات يجب ان تتواجد بشكل مزدوجات جزيئية او متعددات جزيئية حتى تنطبق عليها قاعدة EAN 0 مثل المعقدان :-

$[Co_2(CO)_8]$ $[Mn_2(CO)_{10}]$

س :- احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Co_2(CO)_8]$ وبين هل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ علماً ان Co = 27

$Co = 27e^-$
$Co - Co = 1e^-$
$4CO = 8e^-$
جمع
==================
$[Co_2(CO)_8] = 36e$

@ نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 36 وهو يساوي العدد الذري للكريبتون Kr_{36} لذلك يخضع لقاعدة EAN

س :- احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Mn_2(CO)_{10}]$ وبين هل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ علماً ان Mn= 25

$Mn = 25e^-$
$Mn - Mn = 1e^-$
$5CO = 10e^-$
جمع
==================
$[Mn_2(CO)_{10}] = 36e$

@ نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 36 وهو يساوي العدد الذري للكريبتون Kr_{36} لذلك يخضع لقاعدة EAN

- في هذه الحالة نتبع مايلي :-
- يجمع (العدد الذري للفلز المركزي + (1e) + الالكترونات القادمة من نصف عدد الليكندات)

تمرين 5-4 :- أحسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Re_2(CO)_{10}]$ ثم بين هل تنطبق قاعدة EAN عليه ؟ أذا علمت ان العدد الذري لـ Re = 75

الحل :-

$Re = 75e^-$
$Re - Re = 1e^-$
$5CO = 10e^-$
جمع
==================
$[Re_2(CO)_{10}] = 86e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 86 وهو يساوي العدد الذري للعنصر النبيل Rn_{86} لذلك يخضع لقاعدة EAN

س 4-5 :- عرف العدد الذري الفعال ثم احسب قيمته لكل من المعقدات الاتية :-

-1 $[PtCL_6]^{-2}$ علماً ان العدد الذري لـ Pt = 78

$Pt = 78\ e^-$

جاءت من 78 – 4 = 74

$Pt^{+4} = 74\ e^-$

$6\ CL^- = 12\ e^-$

جمع

حساب عدد تأكسد الفلز المركزي

(1×X)+(6×-1)=-2

(X)+(-6)=-2

X=(+6)+(-2)

X=+4

$[PtCL_6]^{-2} = 86\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 86 وهو يساوي العدد الذري لـ Rn_{86} لذلك تنطبق عليه قاعدة EAN

-2 $[FeCL_4]^{-1}$ علماً ان العدد الذري لـ Fe = 26

Fe = 26 e-

جاءت من 26 – 3 = 23

$Fe^{+3} = 23\ e^-$

$4\ CL^- = 8\ e^-$

جمع

حساب عدد تأكسد الفلز المركزي

(1×X)+(4×-1)=-1

(X)+(-4)=-1

X=(+4)+(-1)

X=+3

$[FeCL_4]^{-1} = 31\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 31 وهو لايساوي العدد الذري لأي من العناصر النبيلة لذلك لاتنطبق قاعدة EAN

-3 $[Cr(NH3)_6]^{+3}$ علماً ان العدد الذري للكروم = 24

Cr = 24 e-

جاءت من 24 – 3 = 21

Cr^{+3} = 21 e-

$6\ NH_3$ = 12 e-

جمع

حساب عدد تأكسد الفلز المركزي

(1×X)+(6×0)=+3

(X)+(0)=+3

X=+3

$[Cr(NH_3)_6]^{+3} = 33\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 33 هو لايساوي العدد الذري لأي من العناصر النبيلة لذلك لاتنطبق قاعدة EAN

-4 $[Ag(NH_3)_2]^{+1}$ علماً ان العدد الذري للفضة = 47

Ag = 47 e-

جاءت من 47 - 1 = 46

Ag^{+1} = 46 e-

$2\ NH_3$ = 4 e-

جمع

حساب عدد التأكسد للفلز المركزي

(1×X)+(2×0)=+1

(X)+(0)=+1

X=+1

$g(NH_3)_2]^{+1} = 50\ e^-$

- نلاحظ ان العدد الذري الفعال = 50 وهو لايساوي العدد الذري لأي من العناصر النبيلة لذلك لاتنطبق قاعدة EAN

تسمية المركبات التناسقية

- قبل البدء بتسمية أي مركب يجب ان تنتبه الى مايأتي :-

1- استخراج عدد تأكسد الفلز المركزي لأنه سيدخل ضمن التسمية
2- التسمية تبدأ من اليمين سواء كان مجال تناسق اومجال تأين
أي سواء ماكان على اليسار يحوي او لايحوي اقواس كبيرة

التسمية في مجال التأين (خارج مجال التناسق) :-

وهنا اقصد **التسمية خارج** الاقواس الكبيرة

- **التسمية خارج مجال التناسق** أي خارج الاقواس الكبيرة [ ] تكون اعتيادية ومثلما تعلمت في المراحل الدراسية **السابقة وايضاً تكون بدون** ذكر البادئات (أي لاتذكر أحادي ، ثنائي ، ----- الخ) 0

مثلاً :-

$[Fe(CN)_2]\,NO_3$ **هنا نكتب** (**نترات ثم نتبع** قواعد التسمية داخل الاقواس الكبيرة)

وايضاً في المركب الاتي :-

$Na_2\,[Ni(H_2O)_2(CN)_4]$ **هنا** (**نتبع قواعد** التسمية ثم نكتب الصوديوم)

واذا اعطى مركب يحوي **على ماء في مجال التأين** (**يعني** ماء خارج الاقواس الكبيرة) مثلاً :-

$[Cr(H_2O)_4CL_2]\,CL\,.2H_2O$ **وهنا تتبع مايأتي في** التسمية :-

تكتب (كلوريــــــد ثم تتبع قواعد **التسمية داخل الاقواس** الكبيرة ثم المائـــــي)

وايضاً لاتهتم الى عدد جزيئات الماء **خارج الاقواس الكبيرة**

• التسمية في مجال التناسق

عزيزي الطالب :- ان مجال التناسق يحتوي **على (1- ليكندات 2- فلز مركزي**) وتكون بالشكل :-

[ليگنـــــــــــــــــــدات فلز مركزي]

وان التسمية تبتدأ بالليــگندات اولاً ثم الفلز المركزي 0 **لذلك سأبتدأ بشرح** تسمية الليــگـندات

أولاً :- تسمية الليــگــندات :-

يجب ان تتبع مايلي :-

1- تكون الاسبقية في تسمية الليكندات حسب الاحرف الابجدية الانكليزية

A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-X-Y-Z

2- تـذكر البادئات :- يتم كتابة البادئات (أحادي ، ثنائي ، ثلاثي ، - - - - -) **قبل جميع الليكندات** مثلاً :-
(ثنائي كلورو أو سداسي أكوا ، - - - - ألخ) 0
بأستثناء الليكندات المعقدة :-{ (en) أثيلين ثنائي امين ، (dmg) ثنائي **مثيل كلايكسيماتو** ،
(EDTE) أثيلين ثنائي امين رباعي حامض **الخليك**)
حيث مع الليكندات المعقدة يتم ذكر بالبادئات بالشكل (بس بدل ثنائي ، تريس بدل **ثلاثي** ، - - -)
مثلاً :- بس (اثيلين ثنائي امين) ، تريس (ثناي مثيل كلايكسيماتو) وهكذا 0

3- تصنف الليكندات الى ثلاث انواع (سالبة ومتعادلة وموجبة) ويتم تسميتها حسب مايأتي :-

أ – الليكندات السالبة :- يجب ان تنتهي بالحرف (و) :- مثلاً :-

الكلور يصبح كلورو ، السيانيد يصبح سيانو ، ثايوسيانيد يصبح ثايوسياناتو ، dmg ثنائي مثيل كلايكسيماتو
وهكذا ----- ولاتنسى ذكر البادئات قبلها وكما تعلمت

ب – الليكندات المتعادلة :- وأشهر الليكندات المتعادلة :- { الماء (اكوا) H_2O / الامونيا (امين) NH_3 / الكاربونيل CO / النايتروسيل NO / اثيلين ثنائي امين en / اليوريا { $CO\ (NH_2)_2$ } / مثيل امين CH_3NH_2 / البيريدين C_5H_5N }

حيث يتم تسميتها بأسم الجزيئة أي (تسمى كما هي بدون تغيير) بأستثناء:- (مهم جداً)

الماء H_2O يسمى أكـــوا والامونيا NH_3 يسمى :- أميـــــن .

ج- الليكاندات الموجبة (وهي نادرة جداً) تنتهي بالمقطع (يوم) مثلا :-

الهيدرازين ($NH_2NH_3^+$) – يصبح هيدرازينيوم وتـذكر قبله البادئة – مثلاً :- ثنائي هيدرازينيوم

ثانيا :- تسمية الفلز المركزي :-

تأخذ تسمية **الفلز المركزي حالتين** :-

أ – أذا تواجد **الفلز المركزي ضمن مجال** تناسق موجب كما في الشكل :- مجال تأيـــــن $^{رقم+}$] مجال تناســـــق [

حيث في **هذه الحالة** يذكر اسم **الفلز** المركزي كما هو ويـذكر بعده التكافؤ

مثال :-

$[\ \underline{Fe^{+2}}\ (H_2O)_6\ ]^{+2}\ SO_4$ كبريتات سداسي اكوا الحديد (II)

مثال أخر :-

$[\ \underline{Co^{+3}}\ (NH_3)_5\ H_2O\ ]^{+3}\ CL_3$ **كلوريد** خماسي امين اكوا الكوبلت (III)

ب- أذا تواجد الفلز المركزي ضمن **مجال تناسق سالب كما** في الشكل :- $^{رقم-}$] مجال تناســـــق] مجال تأين

حيث في هـذه الحالة يـذكر اسم الفلز المركزي **ثم المقطع** (أت) ويـذكر بعده التكافؤ

مثال :-

$K_2\ [\ \underline{Pt^{+4}}\ CL_6\ ]^{-2}$ سداسي **كلورو** البلاتينات **(IV)** البوتاسيوم

مثال أخر :-

$Na\ [\ \underline{Co^{+1}}\ (NH_3)_4\ CL_2\ ]$ رباعي امين **ثنائي كلورو كوبلتات (I)** الصوديوم

وفي اكثر الاحيان نستعمل الاسماء اللاتينية للفلز

مثلاً الحديد (فيـــرم) ويضاف له المقطع (ات) فيصبح (فيـــرات)

الرصاص (بلمبـــم) ويضاف له المقطع (ات) فيصبح (بلمبمـــــات)

والصوديوم (نتـــــروم) ويضاف له المقطع (ات) فيصبح (نترومــــات)

مثال :-

$Na_2\ [\ \underline{Fe^{+3}}\ (CN)_5\ (NO)\ ]$ خماسي سيانو نايتروسيل **فيرات (III) الصوديوم**

ملاحظة :-

يكون الطالب غير مجبر على ذكر الاسم اللاتيني أذا اعطيت له (صيغة تركيبية) وكان **المطلوب منه (تسميتها)** ولكن ولكن ولكن من الضروري معرفة هذه الاسماء لأن اغلب الاسئلة الوزارية تأتي بشكل **اسماء مركبات** ويكون المطلوب هو الصيغة لـذلك يجب ان تعرف هـذه الاسماء اللاتينية .

تسمية جميع المركبات التناسقية

- **الطالب العزيز :-** أن هذه المركبات أما تأتي على شكل صيغة ويطلب الاسم او على شكل اسم ويطلب الصيغة . ولكن نصيحتي لك حاول ان تتعلم على ان تكتب الاسم ثم تجد له الصيغة فبهذه الطريقة تتعلم بشكل اسرع بالاضافة الى انه اغلب الاسئلة الوزارية تأتي بهذا الشكل وهذا هو الاهم(شكراااااا لأنتباهك)

الاسم	الصيغة
كلوريد سداسي امين الكروم (III)	$[Cr^{+3}(NH_3)_6]Cl_3$
كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III) (وزاري)	$[Cr^{+3}(H_2O)_4CL_2]Cl$
كبريتات ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين) الكوبلت (III)	$[Co^{+3}(en)_2CL_2]_2SO_4$
سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم (وزاري مكرر)	$Ca_2[Fe^{+2}(CN)_6]$
كبريتات سداسي اكوا الحديد (II) (وزاري)	$[Fe^{+2}(H_2O)_6]SO_4$
بس (ثنائي مثيل كلايكسيماتو) النيكل (II)	$[Ni^{+2}(dmg)_2]$
رباعي كاربونيل النيكل (0) (وزاري)	$[Ni^{0}(CO)_4]$
كلوريد خماسي امين اكوا الكوبلت (III)	$[Co^{+3}(NH_3)_5H_2O]CL_3$
رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات (I) الصوديوم	$Na[Co^{+1}(NH_3)_4CL_2]$
سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم	$K_2[Pt^{+4}CL_6]$
نترات سداسي امين الكروم (III)	$[Cr^{+3}(NH_3)_6](NO_3)_3$
كلوريد بس (اثيلين ثنائي امين) النحاس (II)	$[Cu^{+2}(en)_2]CL_2$
سداسي ثايوسياناتو كرومات (IV) الامونيوم	$(NH_4)_2[Cr^{+4}(SCN)_6]$
ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد (II)	$[Fe^{+2}(H_2O)_5(NO)]^{+2}$
خماسي سيانو نايتروسيل فيرات (III) الصوديوم	$Na_2[Fe^{+3}(CN)_5(NO)]$
كبريتات خماسي امين ازيدو الكوبلت (III)	$[Co^{+3}(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم	$K_4[Ni^{0}(CN)_4]$
ايون رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)	$[Cr^{+3}(H_2O)_4CL_2]^{+1}$
ايون ثنائي كلورو بس (اثيلين ثنائي امين) النيكل (IV)	$[Ni^{+4}(en)_2CL_2]^{+2}$
ثلاثي امين ثلاثي نتريتو الكوبلت (III)	$[Co^{+3}(NO_2)_3(NH_3)_3]$
سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم	$K_2[Pt^{+4}CL_6]$
ثنائي كلورو بس (يوريا) نحاس (II)	$[Cu^{+2}CL_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$
رباعي سيانو نيكلات (0) بوتاسيوم	$K_4[Ni^{0}(CN)_4]$
رباعي سيانو نيكلات (II) صوديوم	$Na_2[Ni^{+2}(CN)_4]$
رباعي كلورو نيكلات (II) بوتاسيوم	$K_2[Ni^{+2}CL_4]$
رباعي كلورو منغنات (II) بوتاسيوم	$K_2[Mn^{+2}CL_4]$
كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم (III)	$[Ti^{+3}(H_2O)_6]CL_3$
أيون (اثيلين ثنائي امين) رباعي يودو كرومات (III)	$[Cr^{+3}en\,I_4]^{-1}$
ايون رباعي امين نحاس (II)	$[Cu^{+2}(NH_3)_4]^{+2}$
نترات ترس (اثيلين ثنائي امين) كوبلت (III)	$[Co^{+3}(en)_3](NO_3)_3$
كلوريد ثلاثي امين برومو كلورو نتريتو بلاتين (IV)	$[Pt(NH_3)_3Br(NO_2)C]CL$
كلوريد خماسي اكوا كلورو الكروم (III) المائي	$[Cr^{+3}(H_2O)_5CL]CL_2.H_2O$

نظرية اصرة التكافؤ (VBT) (من اهم المواضيع المتكررة في الامتحان الوزاري)

لايجاد الحلول لهذا النوع من المسائل تتبع مايأتي :-

- **قبل البدء بأيجاد الحلول يجب ان نستخرج عدد التأكسد للفلز المركزي ثم نتبع الخطوات الاتية :-**

أولاً :- كتابة الترتيب الالكتروني لـذرة العنصر الانتقالي بالمقارنة مع العناصر النبيلة ($_{18}Ar$ - $_{36}Kr$ - $_{54}Xe$)
مع رسم اوربيتالات الاغلفة الثانوية (d , S) الاخيرة ورسم غلاف (P) الفارغ وحسب الطريقة (3 - 1 - 5)

1- السلسلة الانتقالية الاولى الاعداد الذرية لعناصرها بين (21-30)
تقارن مع Ar_{18} وبعده الاغلفة 3d 4S 4P

2- السلسلة الانتقالية الثانية الاعداد الذرية لعناصرها بين (39-48)
تقارن مع Kr_{36} وبعده الاغلفة 4d 5S 5P

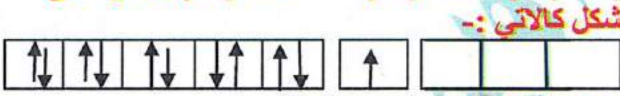
3- السلسلة الانتقالية الثالثة الاعداد الذرية لعناصرها بين (72-80)
تقارن مع Xe_{54} ثم $4F^{14}$ ثم بعده الاغلفة 5d 6S 6P

كما في الشكل :-

عنصر نبيل


ثم توزع الكترونات على **الاوربيتالات حيث تملأ** غلاف(S) ب (2e) ثم توزع الالكترونات المتبقية على غلاف (d) اما غلاف (P) فأنه **يبقى فارغ (كما في الشكل اعلاه)**

ملاحظة :- حالة شاذة :- اذا كان (العدد الذري لذرة العنصر الانتقالي - العدد الذري للعنصر النبيل = 11)
فأننا نملأ غلاف (d) بـ (10 e) ونضع (1 e) في غلاف (S) اما غلاف (P) فيبقى فارغ
كما في ($_{47}Ag$, $_{29}Cu$) أي يصبح الشكل كالاتي :-

عنصر نبيل


ثانياً :- كتابة الترتيب الالكتروني لأيون العنصر الانتقالي بنفس الطريقة
مع فقدان الالكترونات0 ويكون الفقدان من غلاف (S) **اولاً (والفقدان يكون بمقدار العدد التأكسدي للايون المركزي)**

ثالثاً :- مهم جداً جداً جداً (أنتبه انت في "حقل ألغام" يجب ان تسير بحـذر و رشاقة)
في هذه الخطوة يجب ان تحدد :-

1- هل ان الليكند ضاغط ام لا 2- هل ان الليكند احادي ام ثنائي المخلب 0

& - تحديد قـــــــــــــــــــــــوة الليكند
القاعدة :- السلسلة الانتقالية الثانية والثالثة كل الليكندات ضاغطة
اما في السلسلة الاولى يجب ان تحدد الليكند ضاغط ام لا ؟ وايضاً الكل ضاغط عدا **(الهلوجينات والماء والهيدروكسيد)**
يعني :- اذا الذرة المركزية عددها الذري فوق الـ30 فكل الليكندات ضاغطة
واذا اقل من 30 ايضاً كل الليكندات ضاغطة عدا الاتية غير ضاغطة (CL^- , Br^- , F^- , I^- , OH^- , H_2O)

& - تحديد عـــــــــــــــــــــــدد مخالب الليكاند
القاعدة :- الليكندات ثنائية المخلب هي :-

(<u>en</u> – <u>dmg</u> – C_2O_4 – NO_3 – CO_3 – $NH_2NH_3^+$ - $CH_3COOCH_2COCH_3$)

باقي الليكندات كلها (احاديـــــــة المخلـــــب)

رابعاً :- تقوم بتوزيع الليكاندات على الاوربيتالات الفارغة مبتدءاً من اليسار وتستخرج (نوع التهجين)
ثم تجد مايأتي :-

1- الصفة المغناطيسية

- الصفة بارا مغناطيسية = عند وجود الكترونات منفردة
- الصفة دايا مغناطيسية = عند عدم وجود الكترونات منفردة

2– الشكل الهندسي للمعقد

- اذا كان التهجين نوع SP   فأن الشكل الهندسي للمعقد يكون (خطي)
- اذا كان التهجين نوع SP^2 فأن الشكل الهندسي للمعقد يكون (مثلث مستوي)
- اذا كان التهجين نوع SP^3 فأن الشكل الهندسي للمعقد يكون (رباعي الاوجه منتظم)
- اذا كان التهجين نوع dSP^2 فأن الشكل الهندسي للمعقد يكون (مربع مستوي)

خامساً :- **ايجاد الزخم المغناطيسي (μ)** أذا اذا طلب μ في السؤال 0 ووحدة الزخم المغناطيسي هي (B.M)

حيث ان (e = عدد الالكترونات المفردة)

$$\mu\ (B.M) = [\ e\ (e + 2)\ ]^{1/2}$$

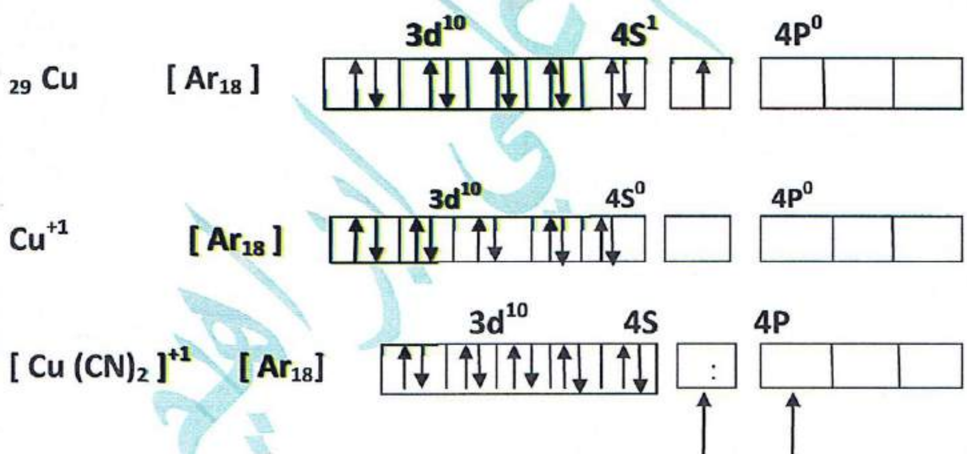
ملاحظات مهمة :- (خاصة بالزخم المغناطيسي μ)

1- عند (عدم وجود الكترونات مفردة) **فأن الزخم المغناطيسي** (μ) = صفر

2- احفظ ($\sqrt{3} = 1.7$ - $\sqrt{8} = 2.8$ - $\sqrt{15} = 3.87$ - $\sqrt{35} = 5.9$)

تمرين 6-5 : أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي الصفة المغناطيسية للمعقد $[Cu(CN)_2]^{-1}$
ثم جد قيمة μ ؟   علماً ان   Cu = 29

الحل :-



- التهجين :- نوع SP
- الشكل الهندسي :- خطي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفردة

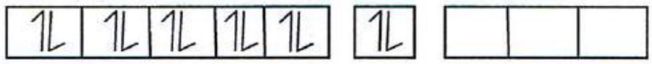
$$\mu\ (B.M) = [\ e\ (e + 2)\ ]^{1/2}$$
$$\mu = [\ 0\ (0 + 2)\ ]^{1/2} = 0\ \ B.M$$

س :- اعتماداً على نضرية اصرة التكافؤ مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Hg I_3]^{-1}$ وما قيمة μ ؟ علماً ان Hg = 80

الحل :-

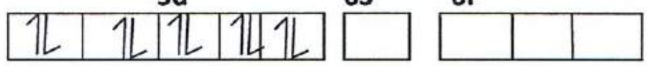
5d10 6S2 6P0

$_{80}Hg$ $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$



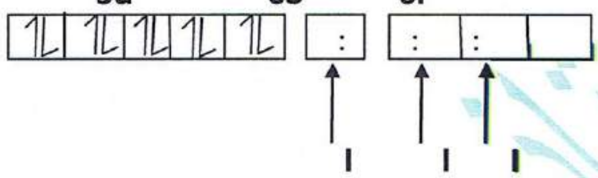
5d10 6S0 6P0

Hg^{+2} $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$



5d10 6S 6P

$[Hg I_3]^{-1}$ $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$



- التهجين :- نوع SP^2
- الشكل الهندسي :- مثلث مستوي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفردة
- $\mu (B.M) = [e(e+2)]^{½}$

$\mu = [0(0+2)]^{½} = 0$ B.M

تمرين 5-7 (مهم) :- لماذا المعقد $[Ni CL_4]^{-2}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد $[Pt (CL)_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي ؟

وضح ذلك وفق نضرية اصرة التكافؤ علماً ان Pt = 78 و Ni = 28

الحل :-



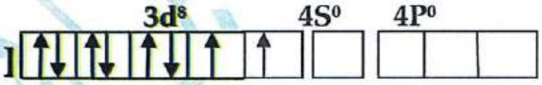
3d8 4S2 4P0

$_{28}Ni$ $[Ar_{18}]$



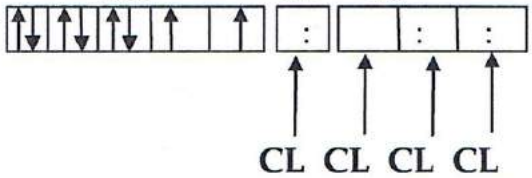
3d8 4S0 4P0

Ni^{+2} $[Ar_{18}]$



3d8 4S 4P

$[Ni CL_4]^{-2}$ $[Ar_{18}]$



- التهجين :- نوع SP^3
- الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية :- بارا مغناطيسية لوجود الكترونين منفردة
- $\mu (B.M) = [e(e+2)]^{½}$
- $\mu = [2(2+2)]^{½} = 2.8$ B.M

5d⁸ 6S² 6P⁰

$_{78}Pt$ [Xe_{54}] $4F^{14}$ [↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑] [↑↓] [| |]

5d⁸ 6S⁰ 6P⁰

Pt^{+2} [Xe_{54}] $4F^{14}$ [↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑] [ ] [| |]

5d⁸ 6S 6P

[$Pt(CL)_4$]$^{-2}$ [Xe_{54}] $4F^{14}$ [↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | :] [:] [: | : |]

CL CL CL CL

- التهجين :- نوع dSP^2
- الشكل الهندسي :- مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية وذلك لعدم وجود الكترونات مفردة

$\mu\,(B.M) = [\,e\,(e+2)\,]^{1/2}$

$\mu = [\,0\,(0+2)\,]^{1/2} = 0$ B.M

تمرين 5-8 :- أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين [$Pd\,CL_4$]$^{-2}$ و [$Co(H_2O)_4$]$^{+2}$ ثم جد قيمة μ ؟ علماً ان Pd = 46 و Co = 27

الحل :-

4d⁸ 5S² 5P⁰

$_{46}Pd$ [Kr_{36}] [↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑] [↑↓] [| |]

4d⁸ 5S⁰ 5P⁰

Pd^{+2} [Kr_{36}] [↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑] [ ] [| |]

4d⁸ 5S 5P

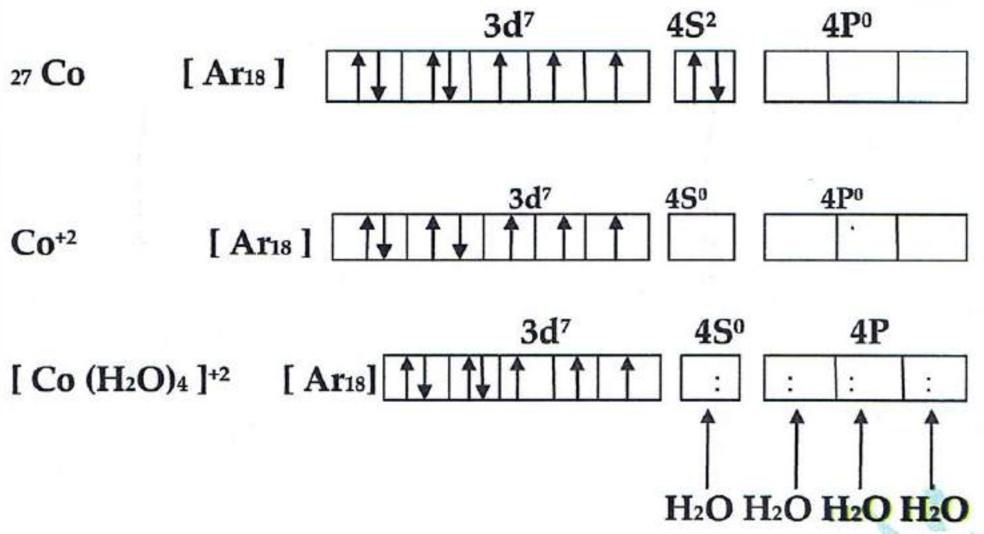
[$Pd\,CL_4$]$^{-2}$ [Kr_{36}] [↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | :] [:] [| : |]

CL CL CL CL

- التهجين :- نوع dSP^2
- الشكل الهندسي :- مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية

$\mu\,(B.M) = [\,e\,(e+2)\,]^{1/2}$ •

$\mu = [\,0\,(0+2)\,]^{1/2} = 0$ B.M



- التهجين :- نوع SP^3
- الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية :- بارا مغناطيسية

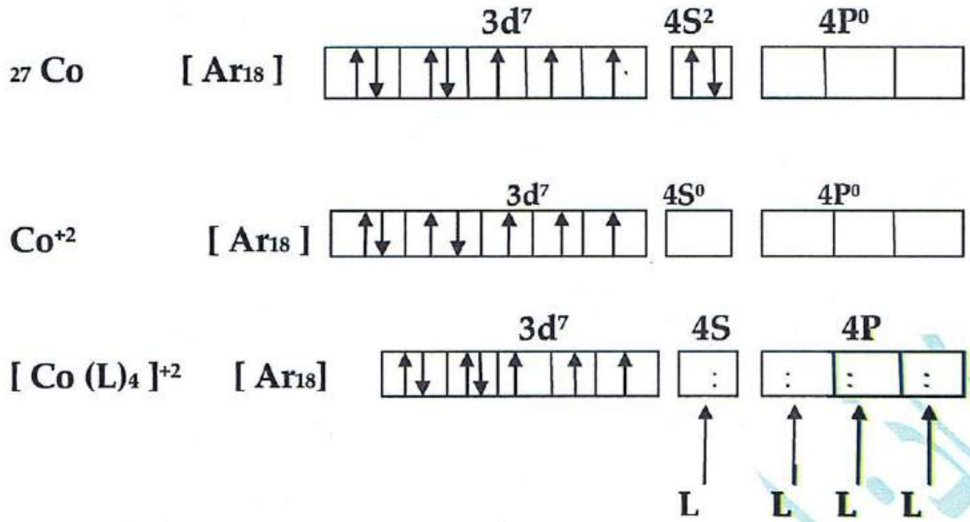
- $\mu\ (B.M) = [\ e\ (\ e + 2\ )\ ]^{1/2}$

$\mu = [\ 3\ (\ 3 + 2\ )]^{1/2} = 3.87$ B.M

مثال 5-5 (مهم جداً) :- لنفرض ان الكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{+2}$

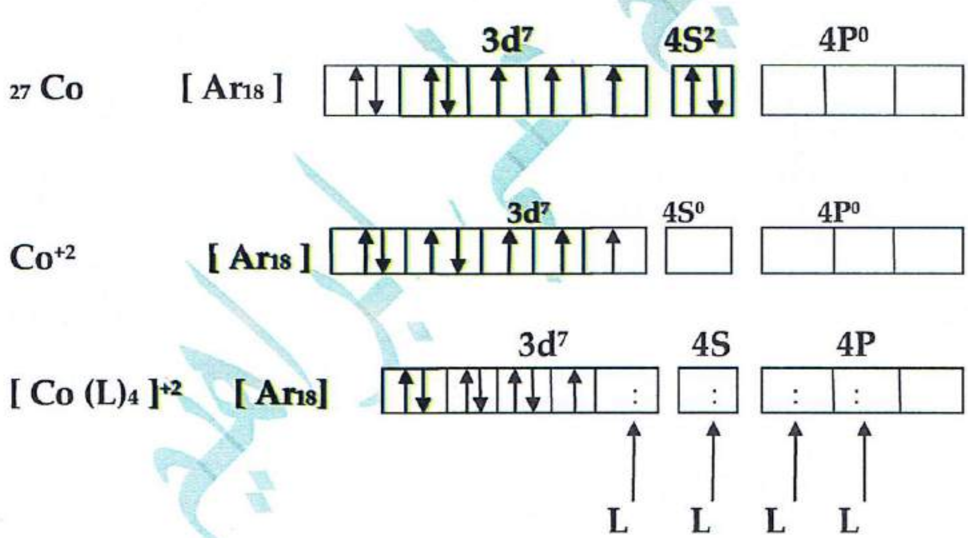
حيث L يمثل ليكند احادي المخلب 0اكتب تهجين هذا المعقد ؟ علماً ان $Co = 27$

الحل :-



- التهجين :- نوع SP^3
- الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية :- بارا مغناطيسية وذلك لوجود ثلاث الكترونات منفردة

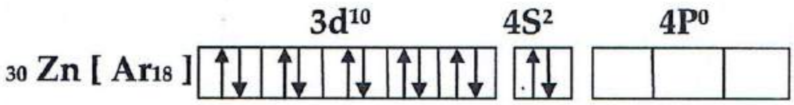
$\mu = [e(e+2)]^{1/2} = [3(3+2)]^{1/2} = 3.87$ B.M

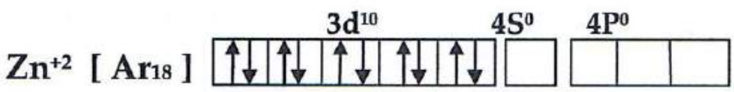


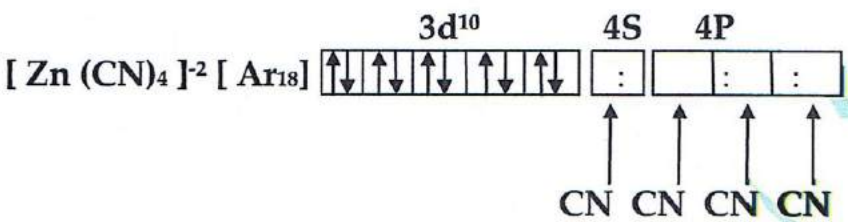
- التهجين :- نوع dSP^2
- الشكل الهندسي :- مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية :- بارا مغناطيسية وذلك لوجود الكترون منفرد
- $\mu = [e(e+2)]^{1/2} = [1(1+2)]^{1/2} = 1.7$ B.M

من س10: أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي الصفة المغناطيسية للمعقد $[Zn(CN)_4]^{-2}$
ثم جد قيمة μ ؟   علماً ان   Zn = 30

الحل :-





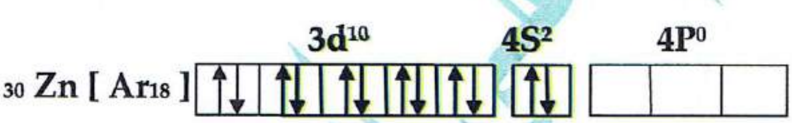


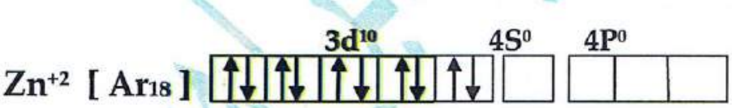
- التهجين :- نوع SP^3
- الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفردة
- $\mu\,(B.M) = [e(e+2)]^{1/2}$

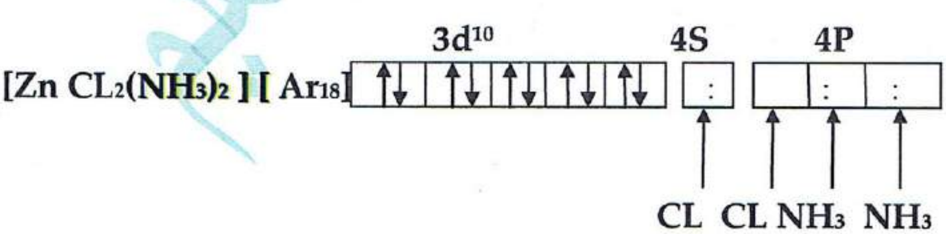
$\mu = [0(0+2)]^{1/2} = 0$ B.M

من س10 (مهم وبسيط) :- أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي الصفة المغناطيسية
للمعقد $[ZnCL_2(NH_3)_2]$ ثم جد قيمة μ ؟   علماً ان   Zn = 30

الحل :-





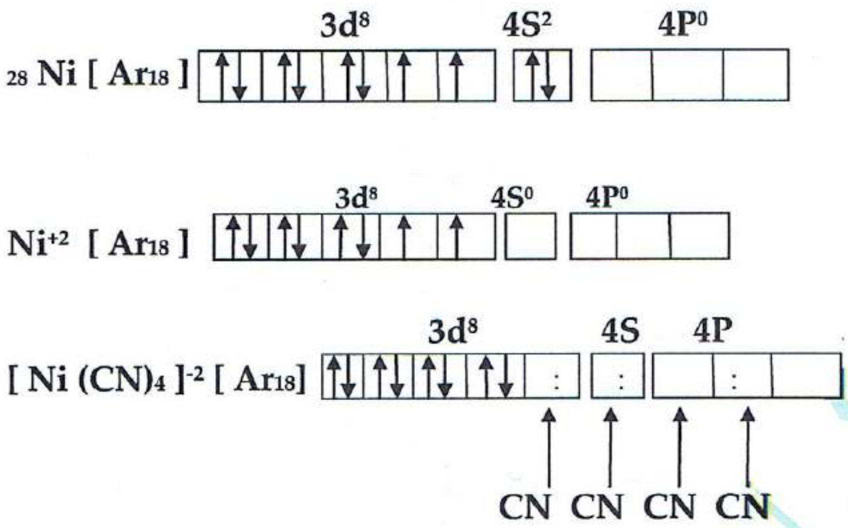


- التهجين :- نوع SP^3
- الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفردة
- $\mu\,(B.M) = [e(e+2)]^{1/2}$

$\mu = [0(0+2)]^{1/2} = 0$ B.M

من س10: أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Ni(CN)_4]^{-2}$
ثم جد قيمة μ ؟ علماً ان Ni = 28

الحل :-



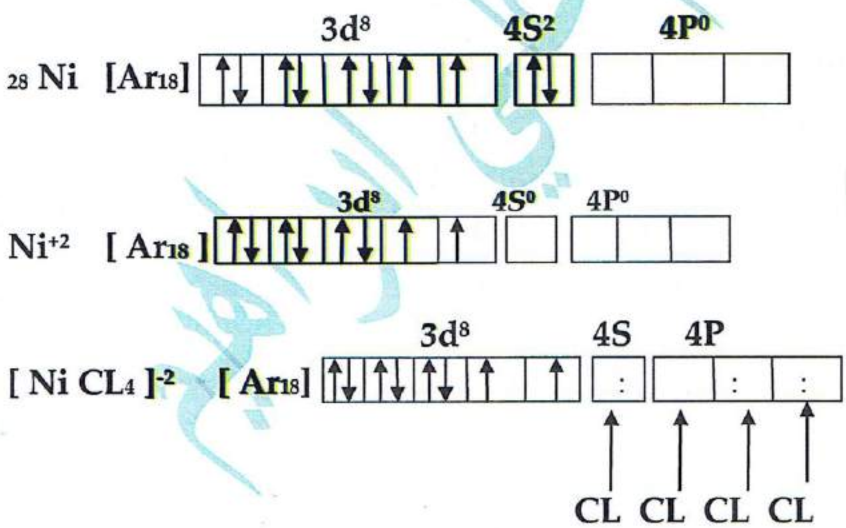
- التهجين :- نوع dSP^2
- الشكل الهندسي :- مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفردة

- $\mu\,(B.M) = [\,e\,(\,e+2\,)\,]^{1/2}$

$\mu = [\,0\,(\,0+2\,)]^{1/2} = 0$ B.M

من س10: أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Ni\,CL_4]^{-2}$
ثم جد قيمة μ ؟ علماً ان Ni = 28

الحل :-





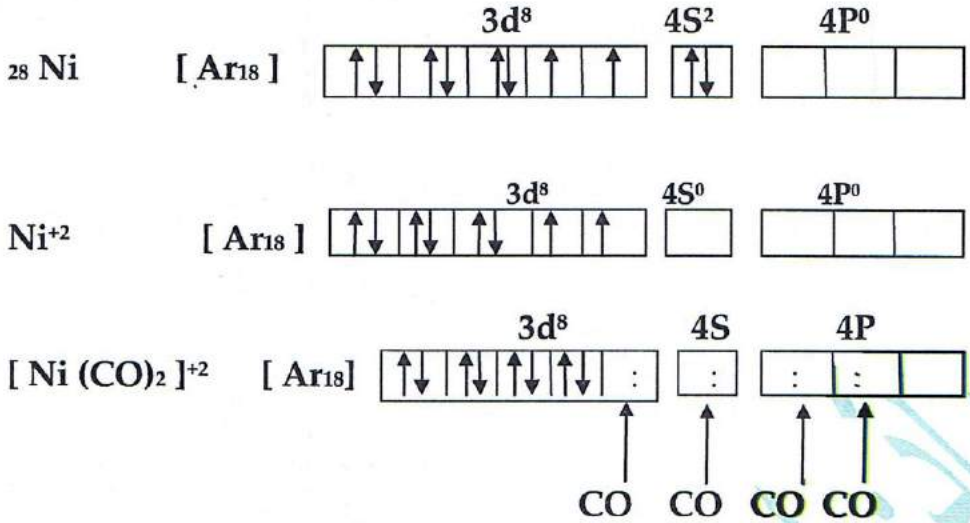
- التهجين :- نوع SP^3
- الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية :- بارا مغناطيسية لوجود الكترونين منفردة

- $\mu\,(B.M) = [\,e\,(\,e+2\,)\,]^{1/2}$

$\mu = [\,2\,(\,2+2\,)]^{1/2} = 2.8$ B.M

س 10 : أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Ni(CO)_4]^{+2}$
ثم جد قيمة μ ؟   علماً ان   Ni = 28

الحل :-

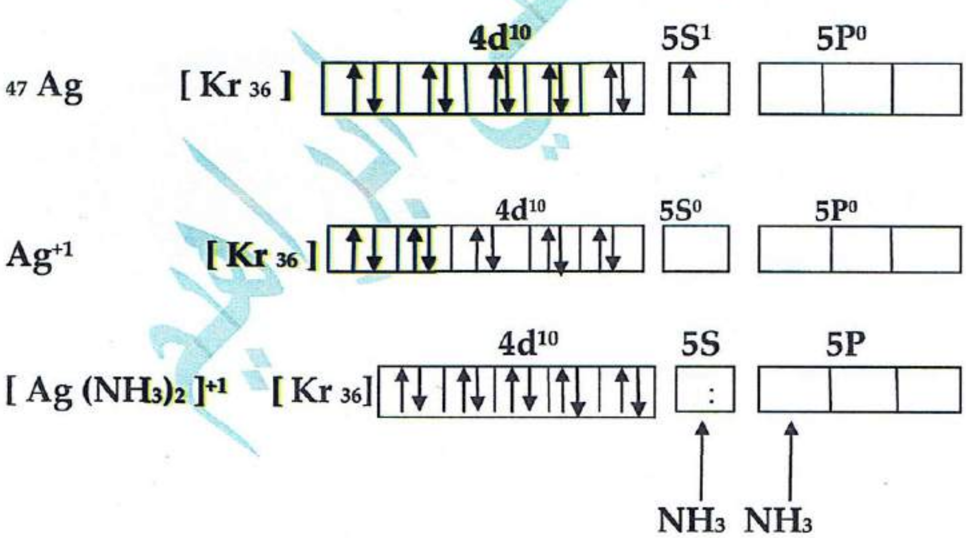


- التهجين :- نوع dSP^2
- الشكل الهندسي :- مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفردة
- $\mu(B.M) = [e(e+2)]^{1/2}$

$\mu = [0(0+2)]^{1/2} = 0$ B.M

تمرين 6-5 : أعتماداً على VBT مانوع التهجين والشكل الهندسي الصفة المغناطيسية للمعقد $[Ag(NH_3)_2]^{+1}$
ثم جد قيمة μ ؟   علماً ان   Ag = 47

الحل :-



- التهجين :- نوع SP
- الشكل الهندسي :- خطي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفردة
- $\mu(B.M) = [e(e+2)]^{1/2}$

$\mu = [0(0+2)]^{1/2} = 0$ B.M

السؤال 5-12 من اسئلة الفصل ا(الفكرة مهمة) :-

اذا كان الزخم المغناطيسي (μ) للمركب $[MnL_4]^{-2}$ يساوي (5.9 BM) وان Mn تكافؤه II و L ليكند احادي المخلب 0 ماشحنة الليكند وما نوع التهجين ؟ وماهو الشكل الهندسي ؟ المتوقع لذلك الايون المعقد اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ ؟

الحل :-

ان شحنة الليكند = 1-

$\mu\,(B.M) = [\,e\,(e+2)\,]^{½}$

$5.9\,(B.M) = [\,e\,(e+2)\,]^{½}$

نبسط وذلك **بأدخال e على** القوس فيصبح

$[\,e^2 + 2e\,]^{½} = 5.9$

بتربيع **الطرفين**

$^2 + 2e = 35$

$e^2 + 2e - 35 = 0$

نقوم بحل المعادلة **بطريقة التجربة لأيجاد** قيمة e

$(e+7)(e-5) = 0$

$e = 5\ ,\ e = -7$

e = -7 تهمل لانها قيمة سالبة

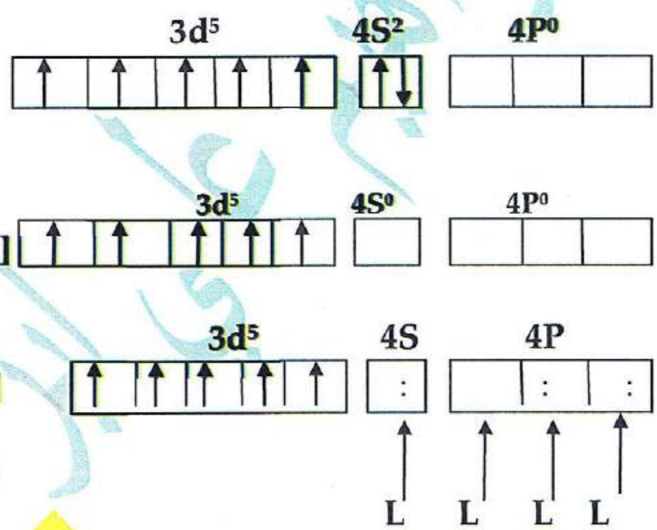
e = 5 هي الرقم المعتمد (أي ان عدد الالكترونات المفردة = 5)

$[MnL_4\}^{-2}$

$_{25}Mn$ $[Ar_{18}]$

Mn^{+2} $[Ar_{18}]$

$[MnL_4]^{-2}$ $[Ar_{18}]$

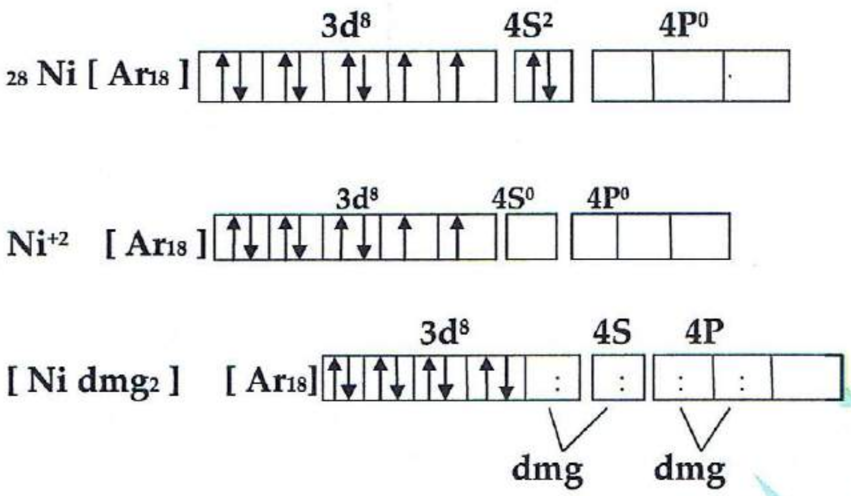


التهجين :- SP^3

الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم

من س10 :-(مضاف) :- ما التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للمعقد [Ni dmg₂] علماً ان Ni = 28

الحل :-



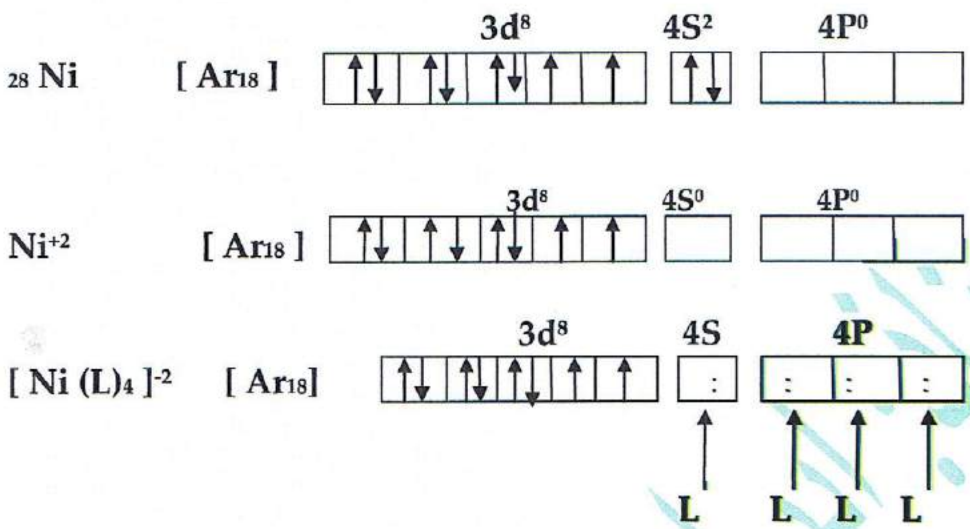
- التهجين :- نوع dSP^2
- الشكل الهندسي :- مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة
- $\mu = [\,0\,(\,0+2\,)]^{½} = 0$ B.M

س13 :- (**مضاف مهم**) :- لنفرض ان للنيكل (II) في المعقد الايوني $[Ni\ L_4]^{-2}$ الليكند L حيث يمثل L ليكند احادي المخلب جد :-

1- شحنة الليكند 2- التهجين للذرة المركزية في المعقد الايوني 3 – الزخم المغناطيسي

الحل :- شحنة الليكند = 1-

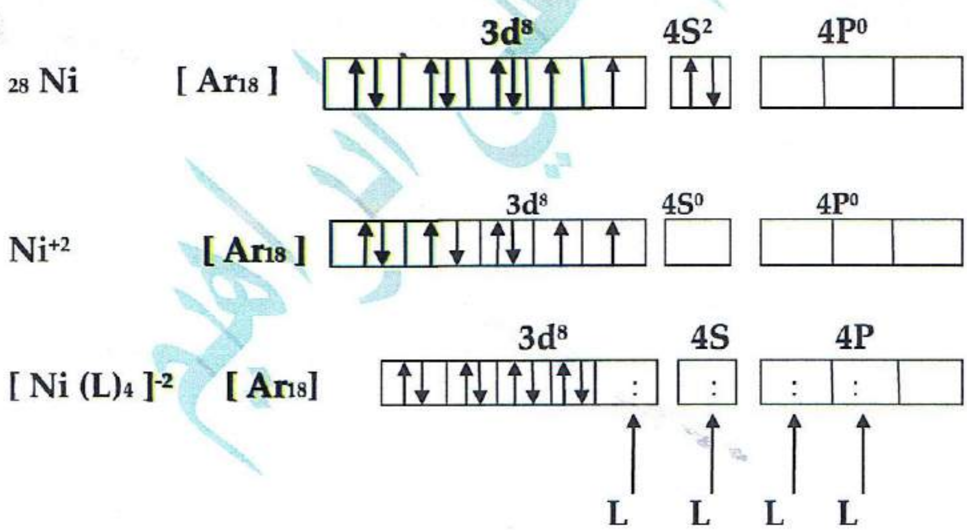
الحالة الاولى :- الليكند غير ضاغط



- التهجين :- نوع SP^3
- الشكل الهندسي :- رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية :- بارا مغناطيسية وذلك لوجود الكترونات منفردة

$\mu = [\,e\,(e+2)\,]^{½} = [\,2\,(2+2)\,]^{½} = \sqrt{8} = 2.8\ B.M$

الحالة الثانية :- الليكند ضاغط



- التهجين :- نوع dSP^2
- الشكل الهندسي :- مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية :- دايا مغناطيسية وذلك لعدم وجود الكترونات مفردة

- $\mu = [\,e\,(e+2)\,]^{½} = [\,0\,(0+2)\,]^{½} = \sqrt{0} = 0\ B.M$

مادة الكيمياء للصف السادس الاحيائي

للعام الدراسي 2016 - 2017

الفصــــل السادس

التحليل الكيميائي

Chemical Analysis

أعداد الاستــاذ :ابراهيم علي ابراهيم

للاتصال والاستفسار : 07735004255 ، 07807677266



تقسم طرائق التحليل الكيميائي الى نوعين :-
- التحليل الوصفى (النوعى)
- التحليل الكمـــى

(1) طرائق التحليل الوصفي (النوعي)

هي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي والتي تهدف الى 1- معرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات المادة او مزيج من المواد 2- معرفة الاسلوب الذي ترتبط به هذه المواد بعضها بالبعض الاخر

س :- كيف تتم عملية تشخيص المادة المراد تحليلها نوعياً (وصفياً) ؟

ج :- يتم **تشخيص المادة** المراد تحليلها من خلال تحويلها الى مركب جديد ذو خواص معروفة ومميزة وعادةً مايتم ذلك **بمساعدة مادة** اخرى معروفة التركيب تدعى (الكاشف) وبواسطة تفاعل كيميائي .

س :- كيف يمكنك اجراء عملية تحليل وصفي لمزيج مكون من مجموعة من الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً ؟

ج :- 1- **فصل هذه الايونات بعضها** عن البعض الاخر 2- الكشف عن وجود كل ايون من عدمه من خلال اجراء تفاعلات كيميائية **معروفة لهذا الغرض**

والجدول يوضح المجاميع الخمسة من الايونات الموجبة وعواملها المرسبة والصيغ الكيميائية لرواسبها

المجموعة	ايوناتها	العامل المرسب لها	صيغة رواسبها
المجموعة الاولى	الفضة (Ag^{+1}) -الرصاص (Pb^{+2}) الزئبقوز (Hg_2^{+2})	حامض (HCL) المخفف	صيغة الرواسب(كلوريدات) ($PbCL_2$) -(AgCL) (Hg_2CL_2)
المجموعة الثانية	زئبقيك (Hg^{+2}) النحاس (Cu^{+2}) البزموث (Bi^{+3})الكادميوم (Cd^{+2}) الرصاص(Pb^{+2})القصدير(Sn^{+2}) الانتيمون(Sb^{+3})الزرنيخ(As^{+3})	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود (HCL) المخفف	صيغةالرواسب(كبريتيدات) (CuS) - (HgS) (CdS) - (Bi_2S_3) (SnS) - (PbS) (As_2S_3) - (Sb_2S_3)
المجموعة الثالثة A	الالمنيوم(AL^{+3})- الكروم(Cr^{+3}) الحديد (Fe^{+3})	هيدروكسيدالامونيوم NH_4OH مع كلوريد الامونيوم NH_4CL	صيغة الرواسب (هيدروكسيدات) $Cr(OH)_3$ - $AL(OH)_3$ $Fe(OH)_3$
المجموعة الثالثة B	النيكل (Ni^{+2})- الخارصين(Zn^{+2}) الكوبلت (Co^{+2}) – المنغيز(Mn^{+2})	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH معNH_4Cl	صيغة الرواسب(كبريتيدات) (ZnS) - (NiS) (MnS) - (CoS)
المجموعة الرابعة	الكالسيوم (Ca^{+2}) الباريوم (Ba^{+2}) سترونيوم (Sr^{+2})	كاربونات الامونيوم $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH مع NH_4CL	صيغة الرواسب (كاربونات) $BaCO_3$ - $CaCO_3$ $SrCO_3$
المجموعة الخامسة	المغيسيوم (Mg^{+2})-الصوديوم (Na^{+1}) البوتاسيوم (K^{+1})- الامونيوم (NH_4^{+1})	تبقى في المحلول بدون ترسيب	احفـــظ الجـــدول

علل :- يصنف ايون الرصاص (Pb^{+2}) ضمن المجموعتين الاولى والثانية ؟

ج :- وذلك لأن ذوبانية كلوريد الرصاص كبيرة نسبياً مما يسبب في بعض الاحيان عدم ترسبه بشكل تام عند اضافة حامض الهيدروكلوريك اليه

كيفية ايجاد الحلول للأسئلة المتعلقة بموضوع ايونات المجاميع الخمسة وكيفية فصلها

5 درجات احفظ الطريقة والجدول

يعطي في السؤال ايونين او ثلاثة او اكثر تنتمي الى مجاميع متفرقة من ضمن المجاميع الخمسة ويطلب فصل هذه الايونات عن بعضها. **لذلك نتبع مايلي :-**

1- **تحديد المجاميع التي** تنتمي اليها هذه الايونات حتى يمكنك تحديد (العامل المرسب) و(**صيغة الراسب**) لكل ايون

2- **اضافة العوامل المرسبة** بالترتيب (أي حسب اسبقية وجودها في جدول المجاميع الخمسة) مع الاخذ **بنظر الاعتبار ان الايون الذي** يكون ترتيبه أخيراً لايضاف له العامل المرسب أي يبقى ذائباً في المحلول

3- **اجراء عملية الترشيح بعد كل** عملية اضافة للعامل المرسب حيث يتم فصل الراسب ويجب ان تذكر صيغة الراسب **ويفضل ان تكتب معادلة** تفاعل الايون مع العامل المرسب

4- تستمر **عملية اضافة العوامل المرسبة** وعملية الترشيح الى ان يبقى ايون واحد في المحلول حيث يبقى هذا الايون ذائباً **في المحلول وبذلك تتم** عملية الفصل .

مثال (6_1) :- كيف يمكنك الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد الثلاثي ؟

الحل :-

ايون الفضة ينتمي الى المجموعة الاولى

ايون الكادميوم ينتمي الى المجموعة الثانية

ايون الحديد الثلاثي ينتمي الى المجموعة الثالثة A

يمكن الفصل بين هذه الايونات حسب الاضافة النظامية وبالترتيب للعوامل المرسبة

1- يضاف العامل المرسب للمجموعة الاولى **حامض HCL المخفف فيتفاعل** مع ايون الفضة Ag^{+1} ويرسبه على هيئة كلوريد الفضة AgCL **بينما لا تترسب ايونات** Cd^{+2} ، Fe^{+3} بل تبقى ذائبة في المحلول 0 ثم نقوم بعملية الترشيح لفصل كلوريد الفضة عن بقية **مكونات المحلول**

2- يمررغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S على المحلول **المحمض لمزيج ايوني الكادميوم** والحديد الثلاثي فيترسب ايون Cd^{+2} على هيئة كبريتيد الكادميوم CdS 0 **وايضاً نقوم بعملية الترشيح فنفصل** الراسب عن المحلول

3- يبقى ايون الحديد الثلاثي Fe^{+3} لوحده ذائباً في المحلول حيث تتم **عملية الفصل** وهذا الايون يمكن ترسيبه ايضاً على هيئة هيدروكسيد الحديد وذلك **بأضافة هيدروكسيد الامونيوم** ومحلول كلوريدالامونيوم

(تمرين 1_1) صفحة 23 :- أكمل المعادلات الاتية :-

الحل :-

$Hg_2^{+2} + 2HCL \rightarrow Hg_2CL_2 + 2H^+$

$2Bi^{+3} + 3H_2S \rightarrow Bi_2S_3 + 6H^+$

$AL^{+3} + 3NH_4OH \rightarrow AL(OH)_3\downarrow + 3NH_4^{+1}$

$Mn^{+2} + H_2S \rightarrow MnS\downarrow + 2H^+$



السؤال 6-4 (وزاري تمهيدي 2013) :- كيف يمكنك الفصل بين ايوني Hg^{+2} , Hg_2^{+2} ؟

الحل :-

Hg_2^{+2} ينتمي الى ايونات المجموعة الاولى

Hg^{+2} ينتمي الى ايونات المجموعة الثانية

يتم الفصل بأضافة حامض HCL المخفف حيث يتفاعل مع Hg_2^{+2} فيتكون راسب Hg_2CL_2 حسب المعادلة

$$Hg_2^{+2} + 2HCL \rightarrow Hg_2CL_2 \downarrow + 2H^+$$

حيث يتم فصل الراسب عن المحلول بعملية الترشيح 0 بينما يبقى ايون Hg^{+2} ذائباً في المحلول وبذلك تتم عملية الفصل

(السؤال 6_1) :- كيف يمكنك الفصل بين الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً ؟

الحل :-

يمكن ان **تتم عملية الفصل** و ذلك بالاضافة وحسب الترتيب للعوامل المرسبة من المجموعة الاولى الى المجموعة الرابعة

حيث تتم فصل **ايونات كل مجموعة على** شكل رواسب تفصل عن محلول بقية الايونات بالترشيح 0

(السؤال 6-2) من اسئلة الفصل :- عدد الايونات الموجبة المصنفة ضمن المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها 0 ثم بين كيف يتم فصل ايون النحاس عن ايون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول ؟

الحل :-

& تضم المجموعة الثانية **الايونات الاتية**: -

زئبقيك (Hg^{+2}) ، النحاس (Cu^{+2}) ، **البزموث** (Bi^{+3}) الكادميوم (Cd^{+2}) ، الرصاص (Pb^{+2}) ، القصدير (Sn^{+2}) ، الانتيمون (Sb^{+3}) ، **الزرنيخ** (As^{+3}) 0

& العامل المرسب للمجموعة الثانية :- غاز كبريتيد **الهيدروجين** H_2S الذي يمرر على المحلول المحمض بحامض الهيدروكلوريك لتلك الايونات حيث تترسب **جميعها على هيئة كبريتيدات** 0

& اما فصل ايون النحاس Cu^{+2} عن ايون الحديد الثلاثي Fe^{+3} فيتم بأمرار غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S على المحلول

حيث يترسب النحاس على هيئة CuS 0 بينما لا يترسب ايون Fe^{+3} **لأنه من ايونات المجموعة** الثالثة A وبعد ذلك يفصل الراسب عن المحلول بعملية الترشيح

$$Cu^{+2} + H_2S \rightarrow CuS \downarrow + 2H^+$$

سؤال وزاري 2013 الدور الاول :كيف يمكنك الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم ؟

الحل :-

ايون الفضة ينتمي الى المجموعة الاولى

ايون الكادميوم ينتمي الى المجموعة الثانية

1- يضاف العامل المرسب للمجموعة الاولى وهو حامض HCL المخفف فيتفاعل مع ايون **الفضة فقط** ويرسبه على هيئة كلوريد الفضة AgCL وحسب المعادلة :-

$$Ag^{+1} + HCL \rightarrow AgCL + H^+$$

بينما لايترسب ايون الكادميوم Cd^{+2} 0 ثم نقوم بعملية الترشيح لفصل راسب AgCL عن بقية المحلول

2- يبقى ايون الكادميوم Cd^{+2} وحده ذائباً في المحلول وبذلك تتم عملية الفصل

المال خادمٌ جيد ... لكنه سيدُ فاسد..
عظمة عقلك تخلق لك الحساد ... وعظمة قلبك تخلق لك الاصدقاء....
القلوب اوعية والشفاه اقفالها .. والالسن مفاتيحها فليحفظ كل انسان مفتاح سره

تجربة عملية لفصل وتحليل ايونات المجموعة الاولى

أولاً- اضافة الماء المغلي لمزيج الرواسب حيث يذوب $PbCL_2$ بسرعة

ويبقى $AgCL$ ، Hg_2CL_2 على هيئة رواسب حيث تتم بعملية الترشيح فصل ($PbCL_2$)
ويتم الكشف عن وجود ايون (Pb^{+2}) في الراشح بأضافة كاشف كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4
فيتكون راسب اصفر من كرومات الرصاص وحسب المعادلة :

$PbCL_2 + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4\downarrow + 2KCL$

راسب اصفر

ثانياً- **اضافة محلول الامونيا** المخفف الى الراسب المتبقي $AgCL$ ، Hg_2CL_2 حيث يذوب كلوريد الفضة $AgCL$ **في محلول الامونيا** لينتج معقد ذائب هو كلوريد الفضة الامونياكي $\{Ag(NH_3)_2\}CL$

$AgCL + 2NH_3 \rightarrow \{Ag(NH_3)_2\}CL$

كلوريد الفضة الامونياكي

ويبقى Hg_2CL_2 **بشكل راسب في المحلول** ونقوم بعملية الترشيح حيث يتم الكشف عن وجود الفضة في الراشح الناتج من خلال اضافة **محلول حامض النتريك المخفف** HNO_3
ليعطي راسب ابيض حسب **المعادلة** :-

$\{Ag(NH_3)_2\}CL + 2\,HNO_3 \rightarrow AgCL + 2NH_4NO_3$

راسب ابيض

أو :- اضافة محلول يوديد البوتاسيوم **KI ليعطي راسب اصفر** وحسب المعادلة :-

$\{Ag(NH_3)_2\}CL + KI \rightarrow AgI\downarrow + KCL + 2NH_3$

راسب اصفر

ثالثاً - يتفاعل Hg_2CL_2 مع محلول الامونيا **المضاف ليتحول الى مزيج غير** ذائب ذو لون اسود دلالة على وجود الزئبق وحسب المعادلة :-

$Hg_2CL_2 + 2NH_3 \rightarrow Hg(NH_2)CL\downarrow + Hg\downarrow + NH_4CL$

راسب ابيض   راسب اسود

ثم يضاف اليه الماء الملكي مزيج من ($3HCL + HNO_3$) **لتحويله الى ملح ذائب** $HgCL_2$
ثم يتم الكشف عن وجود الزئبق بأضافة محلول كلوريد القصدير $SnCL_2$ **والذي يحول المحلول الى** راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج الى راسب اسود وحسب المعادلتين

$2HgCL_2 + SnCL_2 \rightarrow SnCL_4 + Hg_2CL_2\downarrow$

راسب ابيض

$Hg_2CL_2 + SnCL_2 \rightarrow SnCL_4 + 2Hg\downarrow$

راسب اسود

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A.M.Z

التحليل الكمي

تهدف عملية التحليل الكمي الى الحصول على معلومات تخص كمية المكون (المادة المراد تحليلها)في كمية معينة من النموذج **مثال ذلك :-** تعيين النسبة المنوية للحديد في نموذج صخري 0

- **يتم انجاز عملية التحليل الكمي بأجراء عمليتي قياس ؟**

العملية الاولى :- تتعلق بكمية النموذج قيد الدراسة

العملية الثانية :- تخص كمية المكون المراد قياسه والذي يحتويه النموذج

- **هناك خطوات اخرى تسبق عملية التحليل الكمي 0 ما هي ؟**

1- **النمذجة:- يقصد بها** طريقة الحصول على نموذج يمثل العينة بشكل صحيح خصوصاً اذا كانت العينة غير متجانسة

2- **اعداد النموذج :- اعداد النموذج** مختبرياً لغرض التحليل ويشمل ذلك طحن و مزج و مجانسة النموذج الصلب ، والتخلص **من الرطوبة الموجودة فيه**

3- **قياس النموذج :- من الضروري معرفة** كتلة وحجم النموذج والذي ستجري عليه عملية التحليل بشكل دقيق ؟ **وذلك لغرض التعبير الصحيح** عن كمية المكون المراد تقديره بدلالة كمية النموذج 0

4- **اذابة النموذج :- بما ان معظم عمليات التحليل** الكيميائي تجري على محاليل النماذج لذلك يحضر عادة محلول النموذج بأستعمال **مذيب مناسب له القابلية** على اذابة جميع اجزاء النموذج (وليس المادة المراد تقديرها فقط) وبشكل تام تحت **ضروف معتدلة بدون احداث خسارة** في كمية المكون المراد تقديره 0

5- **فصل المواد المتداخلة :- يوجد عدد محدود من المواد** لها صفات فيزيائية او كيميائية يمكن الاعتماد عليها في اجراء عملية القياس **عليها بشكل دقيق في التحليل الكمي** ولذلك يمكن تقديرها بشكل مباشر ، ولكن في معظم الاحيان لا يمكن تقدير المواد **بأجراء عمليات قياس لأحدى** صفاتها بشكل مباشر بشكل مباشر **بل تعتمد عمليات** التحليل الكمي على اجراء تفاعلات كيميائية **للمكون المراد** تقديره لغرض انجاز عملية القياس

- **يقسم التحليل الكمي الى قسمين رئيسيين وهما :-**

1- **التحليل الكيميائي الكمي :-** ويتضمن **هذا النوع طرائق التحليل الكلاسيكية** وهي :-

أ – **طرائق التحليل الوزني :-** وتعتمد على قياس الكتل في **انجاز عملية التحليل** 0

ب – **طرائق التحليل الحجمي :-** وتعتمد على قياس الحجوم **في انجاز عملية التحليل 0**

2- **التحليل الالي :-** تعتمد على استعمال اجهزة متنوعة **بأنجاز عملية التحليل (لا تدرس** في هذه المرحلة)

التحليل الوزني :- تعتمد عملية التحليل الكمي الوزني على عزل وقياس **كتلة مادة (ذات تركيب كيميائي** معلوم وتكون ذات صلة كيميائية بالمكون المراد تقديره) بشكل نقي وكمي عن كتلة **معلومة من العينة المراد** تقديرها

- **يمكن انجاز خطوة عزل المادة في التحليل الكيميائي الوزني بعدة طرق اهمها ؟**

1- طرائق التطاير :- ويقسم الى نوعين :- ← طرائق التطاير المباشر / طرائق التطاير غير المباشر

2- طرائق الترسيب :-

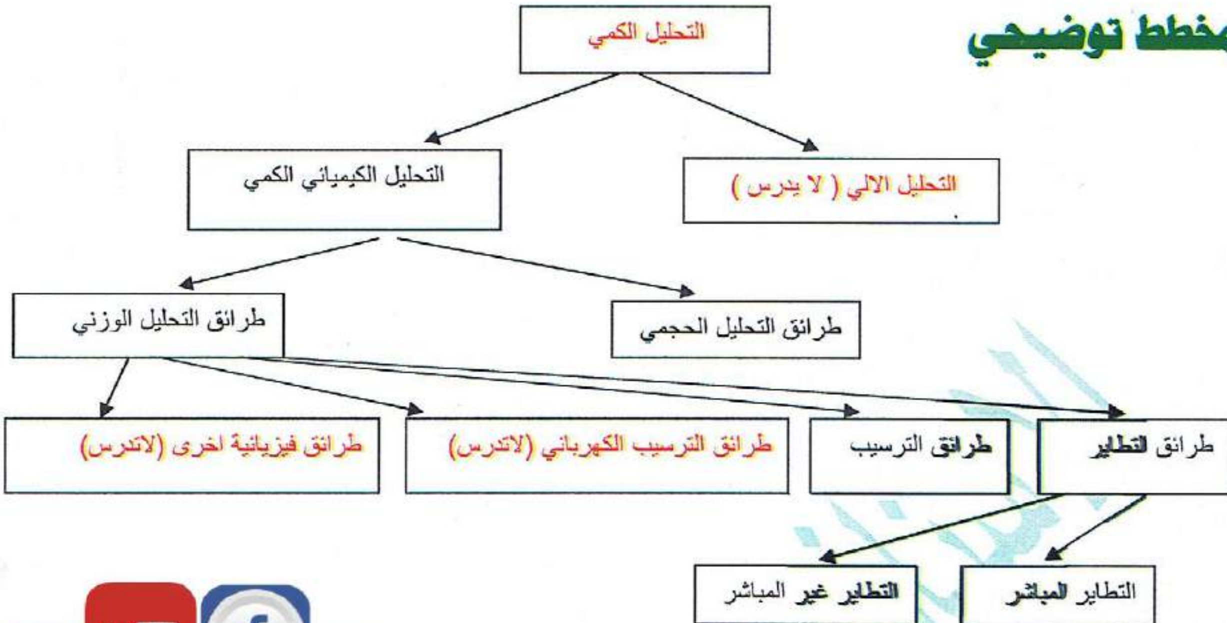
3- طرائق الترسيب الكهربائي :- (لا يدرس)

4- طرائق فيزيائية اخرى :- (لا تدرس)

لم ارى مبدعاً كالحسين خط الحياة بدون اصبع

ولم ارى عاشقاً كالعباس يجيد العناق بلا أذرع

مخطط توضيحي



طرائق

- **تعتمد طرائق التطاير بشكل اساسي على ازاحة المكون المتطاير (والذي يتحول الى حالة غازية او بخارية) الموجود في العينة**
- **ويمكن ازاحة المكون المتطاير بعدة وسائل**

1- بواسطة الحرق البسيط (التسخين الى درجات حرارية عالية) والتي تجري مع الهواء

2- معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع اجزاء العينة الى حالة متطايرة مع ترك المكون المراد تحليله بحالة غير متطايرة

طرائق التطاير

التطاير المباشر :-
امتصاص المادة المتطايرة في وسط مناسب ومن ثم ايجاد كتلتها

التطاير غير المباشر :-
تحسب كتلة الجزء المتطاير من العينة من النقص الحاصل في كتلتها قبل وبعد عملية التطاير

مثال ذلك :- كيف يمكن تعيين النسبة المئوية لماء التبلور في ملح كلوريد الباريوم ($BaCL_2.2H_2O$)

1- بطريقة التطاير المباشر   2- بطريقة التطاير غير المباشر

مثال توضيحي فقط

الحل :-

1- بطريقة التطاير المباشر

$$BaCL_2.2H_2O \rightarrow BaCL_2 + 2H_2O \uparrow$$

الجزء المتطاير

حيث يتم امتصاص امتصاص بخار الماء في وسط مناسب ثم ايجاد كتلته بعد ذلك ،

تكملة المثال التوضيحي

2- طريقة التطاير غير المباشر

-3 $BaCL_2.2H_2O \rightarrow BaCL_2 + 2H_2O \uparrow$

الجزء المتطاير

وذلك بأجراء عملية التسخين في جو مفتوح حيث يسمح لبخار الماء المتطاير بأن يتطاير في الهواء ومن ثم يتم وزن الجزء غير المتطاير ($BaCL_2$) وايجاد كتلته من الفرق الحاصل في كتلة العينة قبل عملية التطاير و بعد عملية التطاير

- **كيفية حساب النسبة المئوية للمكون بطريقة التطاير المباشر والغير مباشر (احفظ)**

التطاير غير المباشر

1) حساب **كتلة المكون (حالة غازية)** من القانون

كتلة المكون = **كتلة العينة قبل** التسخين – كتلة العينة بعد التسخين

2) تطبيق قانون **النسبة المئوية**

$$\% \text{ للمكون} = \frac{m_{\text{للمكون}}}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\%$$

التطاير المباشر

1) حساب كتلة المكون من القانون

$$m_{\text{للمكون}} = m_{\text{المركب النقي}} \times \frac{M_{\text{للمكون}}}{M_{\text{للمركب النقي}}}$$

2) تطبيق قانون النسبة المئوية

$$\% \text{ للمكون} = \frac{m_{\text{للمكون}}}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\%$$

<u>مثال (2-6) :-</u> تم تحليل عينة كتلتها (1.451 g) من ملح كلوريد الباريوم المائي النقي ($BaCL_2.2H_2O$) لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور وذلك بأتباع طريقة التطاير غير المباشر ، تم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة $125C^\circ$ وبعد التبريد في محيط جاف ، وجد ان كتلة الجزء غير المتطاير كانت تساوي (1.236 g) أحسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة ؟

الحل :-

$$BaCL_2.2H_2O \longrightarrow BaCL_2 + 2H_2O$$

العينة قبل التسخين	العينة بعد التسخين	الجزء المتطاير
1.451 g	1.236 g	

كتلة الماء المتبلور (المتطاير) = كتلة العينة قبل التسخين _ كتلة العينة بعد التسخين

$$m\,H_2O = 1.451\,g - 1.236\,g = 0.215\,g$$

$$\%\,H_2O = \frac{m\,H_2O}{m\,BaCL_2.2H_2O} \times 100\%$$

$$\%\,H_2O = \frac{0.215\,g}{1.451\,g} \times 100\%$$

$$\%\,H_2O = 14.81\,\%$$



مثال (6-3) تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشر فبعد حرق 15.24 mg من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب وجد ان كتلة CO_2 تساوي 22.36 mg . احسب النسبة المئوية للكاربون في المركب العضوي ؟

الحل :-

من المعادلة يضهر ان حرق مول واحد من C ينتج مول واحد من CO_2 أذن

$$C \rightarrow CO_2 \uparrow$$

كتلة المكون = كتلة المركب النقي × $\frac{\text{الكتلة المولية للمكون}}{\text{الكتلة المولية المركب النقي}}$

$$m_C = m_{CO_2}\,(mg) \times \frac{M\,C\,(g/mol)}{M\,CO_2\,(g/mol)}$$

$$m_C = 22.36\,(mg) \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)}$$

$$m_C = 6.1\ mg$$

$$\%\,C = \frac{m\,C}{m_{\text{للمركب}}} \times 100\%$$

$$\%C = \frac{6.1\,(mg)}{15.24\,(mg)} \times 100\% = 40\%$$



تمرين 2-1 تم تحليل سبيكة النيكروم (سبيكة مكونة من عنصرين اساسيين هما النيكل والكروم بالاضافة الى كمية قليلة جداً من الكاربون) وزنياً بطريقة التطاير 0 وذلك بحرق (1.4 g) منها بوجود الاوكسجين 0 وقد وجد ان كتلة غاز ثاني اوكسيد الكاربون المتحرر تساوي (2.2 mg)

أحسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة

الحل :-

كتلة المكون (C) = كتلة المركب النقي (CO_2) × $\frac{\text{الكتلة المولية للمكون } C}{\text{الكتلة المولية للمركب النقي } CO_2}$

$$m_C = m\,CO_2 \times \frac{M\,C}{M\,CO_2}$$

$$m_C = (\,2.2\ mg\,) \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)}$$

$$m_C = 0.6\ mg$$

ثم نقوم بتحويل كتلة الكاربون من mg ← g

$$m_C = \frac{0.6}{1000} \Longrightarrow m\,C = 0.0006\ g$$

$$\%C = \frac{m\,C\,(g)}{m_{\text{للسبيكة}}\,(g)} \times 100\%$$

$$\%\,C = \frac{0.0006\ g}{1.4\ g} \times 100\%$$

$$\%\,C = 0.043\ \%$$



السؤال 6-7 :- عند حرق (5.7 mg) من مركب عضوي نتج (14.4 mg) من غاز CO_2 و (2.5 mg) من بخار الماء 0 احسب النسبة المئوية للكاربون والهيدروجين في المركب العضوي ؟

علماً ان   H = 1 , O = 16 , C = 12

الحل :-

$$\text{كتلة المكون (C)} = \text{كتلة المركب النقي } (CO_2) \times \frac{\text{الكتلة المولية للمكون } C}{\text{الكتلة المولية للمركب النقي } CO_2}$$

$$m_C = m_{CO_2} \times \frac{M\,C}{M\,CO_2}$$

$$m_C = 14.4\ (mg) \times \frac{12\ (g/mol)}{44\ (g/mol)}$$

$$m_C = 3.94\ (mg)$$

$$\%\,C = \frac{m\,C}{m_{\text{للمركب العضوي}}} \times 100\%$$

$$\%\,C = \frac{3.94\ (mg)}{5.7\ (mg)} \times 100\%$$

$$\%\,C = 68.9\ \%$$

$$\text{كتلة المكون (H)} = \text{كتلة المركب النقي } (H_2O) \times \frac{\text{الكتلة المولية للمكون } H_2}{\text{الكتلة المولية للمركب النقي } H_2O}$$

$$m\,H = m_{H_2O} \times \frac{M\,H_2}{M\,H_2O}$$

$$m\,H = 2.5\ (mg) \times \frac{(1\times2)\,g/mol}{18\ g/mol}$$

$$m\,H = 2.5\ (mg) \times \frac{2\ (g/mol)}{18\ (g/mol)}$$

$$m\,H = 0.28\ mg$$

$$\%\,H = \frac{m\,H}{m_{\text{العضوي للمركب}}} \times 100\%$$

$$\%\,H = \frac{0.28\ (mg)}{5.7\ (mg)} \times 100\%$$

$$\%\,H = 4.9\ \%$$



طرائق الترسيب :- هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقر كيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب .

- **ما هي الخطوات التي تتضمنها طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تفاعلات الترسيب ؟**

1- اذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب

2- ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة مركب شحيح الذوبان (راسب) وبصيغة كيميائية تدعى (صيغة الراسب) وذلك بمفاعلته مع كاشف كيميائي مناسب يدعى (العامل المرسب)

3- **فصل وعزل الراسب** المتكون من محلول الترسيب ويتم ذلك عن طريق عملية الترشيح عادةً

4- **غسل الراسب :- بعد** فصل الراسب بعملية الترشيح والموجود على ورقة الترشيح يتم غسل الراسب **بأضافة محلول غ**سيل ملائم ؟ علل ذلك ؟ وذلك للتخلص من كمية الملوثات العالقة على سطحه .

ومن الشروط الواجب توفرها في محاليل الغسيل هي

أ- ان **لايؤثر على ذوبانية الراسب** بل يساعد على ذوبان الملوثات فقط

ب- ب- ان **لا تكون مركبات متطايرة** مع الراسب ج- ان يكون محلول الغسيل سهل التطاير للتخلص منه

5- **تجفيف الراسب :- تعني هذه الخطوة** تحويل صيغة الترسيب الى صيغة وزنية ملائمة 0 وذلك اما بالتجفيف بدرجة حرارة **قد تتجاوز $100\ C^\circ$ أو بعملية** الحرق والتي قد تصل الى $1000\ C^\circ$ حيث تؤدي الحرارة للتخلص من الرطوبة

انتبه انتبه انتبه (مهم)

اولاً :- عملية التجفيف تتم **عند درجات حرارة تتجاوز الـ** $100\ C^\circ$ **بقليل**

حيث يؤدي التجفيف الى التخلص من الرطوبة فقط ولا يؤدي الى تفكك الراسب (مثلاً)

$$CaC_2O_4 \xrightarrow{\text{تجفيف } 130c} CaC_2O_4 + H_2O\uparrow$$

صيغة وزنية

$$AL_2O_3\,.XH_2O \xrightarrow{\text{تجفيف } 130c} AL_2O_3 + XH_2O\uparrow$$

صيغة وزنية

ثانياً :- عملية الحرق تتم بدرجات حرارة مرتفعة قد تصل الى **1000 C**

حيث يؤدي الحرق الى التخلص من الرطوبة ويؤدي ايضاً الى تفكك الراسب (مثلاً)

$$CaC_2O_4\,.H_2O \xrightarrow{\text{تجفيف } 130-225\,c} CaC_2O_4 + H_2O\uparrow$$

$$\xrightarrow{\text{حرق } 400-490c} CaCO_3 + CO\uparrow \xrightarrow{\text{حرق } 840} CaO + CO_2\uparrow$$

6- يتم وزن الراسب (على هيئة صيغة وزنية) لأيجاد كتلته بشكل دقيق 0

عدد العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني والحصول على نتائج دقيقة بطريقة الترسيب ؟

1- يجب ان يكون الراسب المتكون ذو قابلية ذوبان قليلة جداً . حتى لاتتم خسارة ملحوظة للمكون المراد تقديره عند جمعه بعملية الترشيح

2- يجب ان يتمتع بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي ومن ثم غسله للتخلص من الملوثات الذائبة

علل:يجب ان تكون دقائق الراسب ذات حجم مناسب (ان يكون الراسب بلورياً وذو حجم دقائق كبير نسبياً)

ج :- حيث يكون اقل عرضة للتلوث ولا تمر من وسط الترشيح ولا يتأثر حجم الراسب بعملية غسل الراسب

3- يجب ان تكون هناك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة ويمكن الوصول الى ذلك عن طريق التجفيف او الحرق او معاملة الرواسب بكواشف كيميائية

- **قابلية فصل الراسب المتكون بالترشيح ونقاوته**

&&& تعتمد عملية فصل الراسب عن محلول الترسيب بشكل اساسي على ؟

1- حجم دقائق الراسب :- فالراسب ذو الدقائق الكبيرة الحجم نسبياً يمكن ان يفصل بشكل تام

2- وسط الترشيح :- حيث ان وسط الترشيح يجب ان يكون ذو مسامات صغيرة لفصل الراسب ذو الدقائق الصغيرة الحجم

عدد العوامل المؤثرة على حجم دقائق الراسب ؟ (وزاري 2013 الدور الثاني)

1- طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي :-

2- ذوبانية الراسب :-

3- درجة الحرارة :-

4- تركيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب :-

علل :- ان اجراء عملية الترسيب عند درجات الحرارة العالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور ؟

ج :- لأن ارتفاع درجات الحرارة بشكل عام يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب في اثناء عملية الترسيب ويعني ذلك بطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء البلورات

التركيب الكيميائي للراسب والحسابات في التحليل الكمي الوزني

- تكون الخطوة النهائية في عملية التحليل الوزني بعد خطوة التجفيف او الحرق هي خطوة وزن الراسب بشكل دقيق

- **ملاحظة مهمة :-** ان وزن الراسب لا يكون في اغلب الاحيان للكتلة النهائية للمكون المراد تقديره بل لمادة اخرى تحتوي في تركيبها على هذا المكون (صيغة وزنية)

لذلك يكون من الضروري في نهاية كل عملية تحليل وزنية اجراء حسابات لمعرفة كمية المادة من المكون المراد تقديره بعد معرفة الكتلة المضبوطة للصيغة الوزنية

(سنتطرق الى جميع انواع الحسابات ابتداءً من الصفحة التالية)

- **امثلة توضيحية للملاحظة التي في الصفحة السابقة**

$Ba^{+2} + SO_4^{-2} \rightleftharpoons BaSO_4 \xrightarrow{\text{تجفيف و فصل}} BaSO_4$

العامل المرسب — صيغة الترسيب — صيغة وزنية

- نلاحظ من خلال هذه المعادلة ان تقدير الباريوم Ba (مكون مراد تقديره) سيكون من خلال كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (صيغة وزنية)

$Ca^{+2} + C_2O_4^{-2} \rightleftharpoons CaC_2O_4 \xrightarrow{\text{حرق و فصل}} CaO + CO\uparrow + CO_2\uparrow$

العامل المرسب — صيغة الترسيب — صيغة وزنية

- **نلاحظ من خلال هذه** المعادلة ان تقدير الكالسيوم Ca (مكون مراد تقديره) سيكون **من خلال اوكسيد** الكالسيوم CaO (صيغة وزنية)

الحسابات في عملية التحليل الكمي الوزني :- (طرائق الترسيب) :-

هناك ثلاث انواع من **الاسئلة المطلوب ايجاد الحلول** لها :-

اولاً :- يطلب حساب المعامل الوزني (G_f) :-

المعامل الوزني :- هو النسبة **بين الكتلة المولية للمكون** المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا **الصنفين على نفس العدد من** ذرات العنصر (او جزيئات المكون) المراد تقديره

ويحسب من القانون الاتي $Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M_{\text{مكون مراد تقديره}}}{M_{\text{الصيغة الوزنية}}}$

حيث :- M تمثل الكتلة المولية 0

(a , b) هي اصغر الاعداد التي لها قيم لجعل **الصيغتين الكيميائيتين** في البسط والمقام تحتويان على نفس عدد الذرات 0

او بتعبير ابسط

a :- عدد ذرات العنصر المتشابه في المقام

b :- عدد ذرات العنصر المتشابه في البسط

نستثني دائماً الاوكسجين من العناصر المتشابهة

(المعامل الوزني ليس له وحدات)

انتبه :- دائماً ما بعد حرف اللام (لــ) هو مكون مراد تقديره

وما بعد حرف الجر (**في**) هو صيغة وزنية

هذا الكلام مفيد **عندما يطلب حساب** المعامل الوزني **بشكل فراغ او ماشابه**

مثلاً :- مثال 6-4:- أحسب المعامل الوزني للكلور (مكون مراد تقديره) (M= 35.5 g/mol) في راسب كلوريد الفضة (AgCL) (صيغة وزنية) (M = 143.5 g/mol) ؟

الحل :-

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ cl\ (g/mol)}{M\ AgCL\ (g/mol)}$$

نلاحظ ان الصيغة في البسط والصيغة في المقام تحتوي على نفس العدد من ذرات الكلور لذلك فأن $\frac{a}{b}$ تساوي واحد وهو رقم محايد عند الضرب

$$Gf = \frac{35.5\ (g/mol)}{143.5\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.25$$

مثال اخر :- تمرين 6-4:- أحسب المعامل الوزني للحديد Fe (M = 56 g/mol) في Fe_2O_3 (M = 160 g/mol) ؟

الحل :-

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Fe\ (g/mol)}{M\ Fe2O3\ (g/mol)}$$

نلاحظ ان الصيغة في البسط تحتوي على عدد ذرات مختلفة عن عدد الذرات في الصيغة التي في المقام لذلك فأن عدد ذرات Fe في المقام وهي = 2 تصبح قيمة a 0 وان عدد ذرات Fe في البسط وهي = 1 تصبح قيمة b 0

$$Gf = \frac{2}{1} \times \frac{56\ (g/mol)}{160\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.7$$

-

مثال أخر :- وزارى 2013 الدور الاول (على شكل فراغ) (السؤال 6-13 من اسئلة الفصل) :-

أن المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ (M = 368 g/ mol) في $Mg_2P_2O_7$ (M = 222 g/mol) يساوي -----

الحل :-

يجب ان ينتبه **الطالب هنا ان العنصر** المتشابه في البسط والمقام هو الفسفور (P)
اما الاوكسجين (O) **فأنه يستثنى من التشابه 0** كما وضحنا من البداية

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Na_5P_3O_{10}}{M\ Mg_2P_2O_7}$$

$$Gf = \frac{2}{3} \times \frac{368\ (g/mol)}{222\ (g/mol)} \qquad Gf = 1.105$$

السؤال 6-5 :- احسب المعامل الوزني في كل ممايأتي

1- لـ ($MgCL_2$) (M = 95.3 g/mol) في (AgCL) (M = 143.5 g/mol) ؟

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ MgCL_2}{M\ AgCL} \rightarrow Gf = \frac{1}{2} \times \frac{95.3(g/mol)}{143.5(g/mol)} \rightarrow Gf = 0.332$$

2- لـ الكروم Cr (M = 52 g/mol) في كرومات الفضة Ag_2Cr (M = 332) ؟

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Cr}{M\ Ag_2Cr} \rightarrow Gf = \frac{1}{1} \times \frac{52\ (g/mol)}{332\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.157$$

3- لـ Pb_3O_4 (M = 685 g/mol) في PbO_2 (M = 239 g/mol) ؟

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Pb_3O_4}{M\ PbO_2} \rightarrow Gf = \frac{1}{3} \times \frac{685\ (g/mol)}{239\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.955$$

4- لـ كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 (M = 174 g/mol) في $(C_6H_5)BK$ (M = 357.8 g/mol) ؟

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ K_2SO_4}{M\ (C_6H_5)BK} \rightarrow Gf = \frac{1}{2} \times \frac{174\ (g/mol)}{357.8\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.243$$

من تمرين 6-3 :- ماهو المعامل الوزني في كل معايأتي :-

1- لليود I (M = 127 g/mol)   في يوديد الفضة AgI (M = 235 g/mol) ؟

الحل :-

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ I}{M\ AgI} \rightarrow Gf = \frac{1}{1} \times \frac{127\ (g/mol)}{235\ (g/mol)} \quad Gf = 0.54$$

2- لـ Fe_3O_4 (M = 231.55 g/mol) في Fe_2O_3 (M = 159.7 g/mol) ؟

الحل :-

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Fe_3O_4}{M\ Fe_2O_3} \rightarrow Gf = \frac{2}{3} \times \frac{231.55\ g/mol}{159.7\ g/mol} \rightarrow Gf = 0.967$$

3- لـ MgI_2 (M = 278 g/mol) في AgI (M = 235 g/mol) ؟

الحل :-

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ MgI_2}{M\ AgI} \rightarrow Gf = \frac{1}{2} \times \frac{278\ (g/mol)}{235\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.592$$

4- لـ $NH_4AL(SO_4)_3$ في AL_2O_3

الحل :-

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ NH_4AL(SO_4)3}{M\ AL_2O_3} \rightarrow Gf = \frac{2}{1} \times \frac{\qquad}{\qquad} \quad Gf =$$

هدية نجاحك



رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A.M.Z

ثانياً :- يطلب ايجاد كتلة المكون المراد تقديره :-

لأيجاد كتلة المكون المراد تقديره يجب أن :-

1- نجد المعامل الوزني Gf كما تعلمنا سابقاً

2- نجد كتلة المكون المراد تقديره من خلال القانون الاتي :-

Gf × للصيغة الوزنية m = للمكون المراد تقديره m

مثال 6-5 :- كم هي كتلة اوكسيد الكالسيوم CaO (المكون المراد تقديره) 0 الناتج من حرق (3164 g) من اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 (صيغة وزنية) بشكل تام 0

اذا علمت ان $M_{CaO} = 56\ g/mol$, $M_{CaC_2O_4} = 128\ g/mol$

الحل :-

$$CaC_2O_4 \rightarrow CaO + CO_2 + CO$$

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ CaO}{M\ CaC_2O_4} \quad Gf = \frac{1}{1} \times \frac{56\ (g/mol)}{128\ (g/mol)} \quad Gf = 0.4375$$

$$m\ CaO = m\ CaC_2O_4 \times Gf$$

$$m_{CaO} = 3164\ (g) \times 0.4375 \rightarrow m_{CaO} = 1384.25\ (g)$$

السؤال 6-6:- كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 (كتلة المكون المراد تقديره) ؟ 0اللازمة لترسيب (1.67 g) من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ 0

علماً أن ($M\ KIO_3 = 214\ g/mol$) ، ($M\ Pb(IO_3)_2 = 557\ g/mol$)

الحل :-

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ KIO_3}{M\ Pb(IO_3)2} \rightarrow Gf = \frac{2}{1} \times \frac{214\ (g/mol)}{557\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.768$$

$$m\ KIO_3 = m\ Pb(IO_3)2 \times Gf \rightarrow m\ KIO_3 = 1.67\ g \times 0.768 \rightarrow m_{KIO_3} = 1.283\ g$$

ثالثاً :- يطلب أيجاد النسبة المئوية للمكون في العينة :-

لأيجاد النسبة المئوية لمكون مراد تقديره في عينة معينة فاننا يجب ان :-

1- نجد المعامل الوزني Gf (كما تعلمنا في أولاً)

2- نجد كتلة المكون المراد تقديره (كما تعلمنا في ثانياً)

3- نجد النسبة المئوية للمكون المراد تقديره من خلال القانون

$$\%\ \text{للمكون المراد تقديره} = \frac{m_{\text{للمكون}}}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\%$$

نستطيع ان نختصر (2,3) من خلال القانون

$$\%\text{للمكون المراد تقديره} = \frac{Gf \times \text{الصيغة الوزنية}}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\%$$

مثال :- السؤال 6-17:- عند اذابة (0.5 g) من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI (M = 150 g/mol) في الماء واضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليود بشكل تام 0 تم الحصول على (0.744 g) من يوديد الفضة AgI (M = 235 g/mol) .
احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي ؟

الحل :-

نلاحظ ان NaI هو مكون مراد تقديره

وان AgI هو الصيغة الوزنية

وان الملح الغير نقي ليوديد الصوديوم NaI هو العينة

أولاً :- نجد المعامل الوزني Gf

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M_{\text{المكون}}}{M_{\text{الصيغة الوزنية}}} \rightarrow Gf = \frac{1}{1} \times \frac{150\ (g/mol)}{235\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.638$$

ثانياً :- نجد كتلة المكون المراد تقديره

$m_{NaI} = m_{AgI} \times Gf \rightarrow m_{NaI} = 0.744\ (g) \times 0.638$

$m\ NaI = 0.475\ g$

ثالثاً :- نجد النسبة المئوية للمكون

$$\%\ NaI = \frac{m_{\text{للمكون}}}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\% \rightarrow \%\ NaI = \frac{0.475\ g}{0.5\ g} \times 100\%$$

$\%\ NaI = 95\ \%$

تمرين 6-5 :- تمت معاملة (120 mg) من مركب عضوي (العينة) مع حامض النتريك 0 ثم اضيف الى المحلول الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور (المكون المراد تقديره) كمياً على هيئة كلوريد الفضة 0(صيغة وزنية) احسب النسبة المئوية للكلور CL (M = 35.5 g/mol) في المركب اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت (153 mg) ؟ الكتلة المولية لكلوريد الفضة (M_{AgCL} = 143.5 g/mol)

الحل :-

أولاً :- نستخرج المعامل الوزني Gf

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ CL}{M\ AgCL} \rightarrow Gf = \frac{1}{1} \times \frac{35.5\ (g/mol)}{143.5\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.247$$

ثانياً :- نستخرج كتلة المكون المراد تقديره

$m_{CL} = m_{AgCL} \times Gf$

$m_{CL} = 153\ (mg) \times 0.247 \rightarrow m_{CL} = 37.79\ mg$

ثالثاً :- نستخرج النسبة المئوية للكلور في المركب العضوي

$$\%\ CL = \frac{m\ CL}{m_{\text{للمركب العضوي}}} \times 100\%$$

$$\%\ CL = \frac{37.79\ mg}{120\ mg} \times 100\% \rightarrow \%CL = 31.5\ \%$$

انا لن اشتكي 00 ففي الشكوى انحناء

كل نبض في عروقي كبرياء

تمرين 6-6 :- تم ترسيب محتوى الالمنيوم الموجود في عينة كتلتها (0.764 g) بعد اذابتها على هيئة $AL_2O_3.XH_2O$ بأستعمال زيادة من محلول الامونيا المائي NH_4OH ،وبعد فصل الراسب المتكون وغسله ثم تجفيفه ليتحول الى AL_2O_3

1- عين صيغة الترسيب والصيغة الوزنية في عملية التحليل هذه ؟
2- هل يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية ؟
3- احسب النسبة المئوية لــ AL_2O_3 (M = 102 g/mol) في العينة اذا علمت ان الكتلة النهائية للصيغة الوزنية التي تم الحصول عليها كان مساوياً لــ (0.127 g)
4- احسب النسبة المئوية للالمنيوم (M = 27 g/mol) في العينة ؟

الحل :-

1- **صيغة الترسيب هي** ($AL_2O_3.XH_2O$) والصيغة الوزنية هي (AL_2O_3)
2- **لايمكن الاعتماد على صيغة الترسيب** ($AL_2O_3.XH_2O$) كصيغة وزنية 0 لأنها صيغة مجهولة للتركيب الكيميائي الدقيق 0 حيث ان عدد جزيئات ماء التبلور فيها غير معلومة بشكل دقيق 0

-3

$$\% AL_2O_3 = \frac{m\ AL_2O_3}{m\ (AL_2O_3.XH_2O)} \times 100\%$$

$$\% AL_2O_3 = \frac{0.127\ g}{0.764\ g} \times 100\ \%$$

$$\% AL_2O_3 = 16.62\ \%$$

رحلة التفوق في السادس

-4



$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ AL\ (g/mol)}{M AL_2O_3\ (g/mol)}$$

$$Gf = \frac{2}{1} \times \frac{27\ (g/mol)}{102\ (g/mol)} \rightarrow Gf = 0.5294$$

$$m_{AL} = m\ AL_2O_3 \times Gf$$

$$m_{AL} = 0.127 \times 0.5294 \rightarrow m\ AL = 0.0672\ g$$

$$\% AL = \frac{m\ AL\ (g)}{m\ (AL_2O_3.XH_2O)\ (g)} \times 100\%$$

$$\% AL = \frac{0.0672\ g}{0.7640\ g} \times 100\%$$

$$\% AL = 8.8\ \%$$

حين يعود بي الزمن الى الماضي 00
سوف تكون انت 00
انت فقط 0

ويمكن ان نجد الحل للنقطة 4 بشكل مباشر وذلك بتطبيق القانون الاتي بعد ان نستخرج ال Gf

$$\% AL = \frac{m AL_2O_3 \times Gf}{m\ (AL_2O_3.XH_2O)} \times 100\%$$

التحليـــل الحجمـي

- **على ماذا يعتمد التحليل الحجمي ؟**

يعتمد على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول الكاشف الكيميائي (ذو تركيز معلوم بدقة) عند تفاعله مع محلول المكون المراد تقديره (محلول ذو تركيز مجهول)

- مهم :- يمكن حساب كمية المكون المراد تقديره من خلال معرفة ما تم استهلاكه من المحلول القياسي خلال التفاعل وحسب قوانين التكافؤ الكيميائي .
- **ما هو المحلول القياسي ؟ وما هي انواع المحاليل القياسية التي يمكن الحصول عليها ؟**

المحلول القياسي :- **هو المحلول** الذي يحوي حجم معين منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف (**عدد** غرامات مكافئة ، او عدد مولات او 0000000000الخ)

اما انواع **المحاليل القياسية** فهي

1- المحلول القياسي الاولي :-هو المحلول الذي نحصل عليه عن طريق التحضير المباشر للمحلول وذلك **بأذابة كتلة معلومة من مادة** قياسية في حجم معلوم من المذيب (عادةً الماء المقطر)0

2- المحلول القياسي الثانوي :- هو المحلول الذي يتم الحصول عليه عن طريق عملية المعايرة التي يتم بواسطته **تعيين تركيز المحلول بشكل** مضبوط عن طريق القياس الدقيق للحجم المستهلك منه والذي **يتفاعل كمياً مع كمية معلومة** من مادة قياسية

ما هي الشروط الواجب توفرها في المواد القياسية ؟

1- يجب ان تكون ذات **نقاوة عالية**

2- يجب ان لاتتفاعل او تمتص **مكونات الهواء الجوي** (الرطوبة او الاوكسجين او ثاني اوكسيد الكاربون) ولاتتأثر بالضوء

3- يفضل ان تكون لها كتلة مكافئة عالية **لتقليل الخطأ** الذي قد ينتج في اثناء عملية الوزن اللازمة لتحضير المحلول

4- يجب ان تكون قابلة للذوبان في المذيب **المستعمل في عملية التحليل** (غالباً مايكون ماء مقطر)

5- يفضل ان لا تكون مادة سامة

6- يفضل ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة

التسحيـــح

- التسحيح :- هوعملية الاضافة التدريجية للمحلول القياسي من السحاحة **الى المحلول المجهول** في الدورق المخروطي (او بالعكس) وتستمر هذه الاضافة لحين الوصول الى نقطة **نهاية التفاعل 0 ويكون الغاية** منها هي ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن **طريق قياس الحجوم المستهلكة** في العملية بدقة
- نقطة التكافؤ :- هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ **كمية المادة** القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي **0 او بالعكس**)
- الدلائل :- هي مواد كيميائية تضاف عادةً الى محلول التسحيح ولاتشترك في التفاعل **بل يتغير لونها** او احد صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل
- نقطة نهاية التفاعل :- هي نقطة ينتهي (يكتمل) عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً (تجريبياً) بالاعتماد على استخدام احد الدلائل المناسبة
- خطأ التسحيح :- هو مقياس لمدى الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل المقاسة في عملية التسحيح

- **الشروط الواجب توفرها في التفاعلات الكيميائية بين الكواشف القياسية والمكونات المراد تقديرها بالتسحيح**

1- يجب ان يكون هذا التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة
2- يجب ان يتجه التفاعل بأتجاه واحد (تفاعل غير انعكاسي)
3- يجب ان يحدث التفاعل من الناحية العملية بشكل أني (تفاعل سريع جداً) وفي بعض الاحيان يمكن اضافة عامل مساعد لزيادة سرعة التفاعل 0
4- يجب ان تتوفر وسيلة لتعيين نقطة نهاية التفاعل من الناحية العملية

انواع التفاعلات الكيميائية التي يمكن استخدامها بنجاح في عمليات التسحيح

1- تفاعلات الحوامض والقواعد (تفاعلات التعادل) :- يتضمن هذا النوع تفاعل قاعدة قوية (اومحلول ملح قاعدي) مقابل محلول قياسي لحامض قوي او بالعكس أي تسحيح محلول لحامض قوي(او محلول ملح حامضي) مع محلول قياسي لقاعدة قوية 0 حيث يتحد H^+ مع OH^- لتكوين الماء

2- تفاعلات التأكسد و الاختزال :- يتضمن هذا النوع جميع التفاعلات التي يحدث فيها تغير للاعداد التأكسدية للمواد المشتركة فيها (تتضمن انتقال الكترونات) ويكون المحلول القياسي اما عامل مؤكسد او مختزل

3- تفاعلات الترسيب :- يتضمن هذا النوع اتحاد الايونات (عدا H^+ و OH^-) لتكوين رواسب بسيطة كما في التفاعل التالي والذي يوضح تفاعل ايون الفضة مع الكلوريد لتكوين راسب كلوريد الفضة

$$Ag^{+1} + CL^{-1} \rightleftharpoons AgCL \downarrow$$

راسب

4- تفاعلات تكوين معقد :- يتضمن هذا النوع اتحاد الايونات (عدا H^+ و OH^-) لتكوين مركبات معقدة (يتضمن الاتحاد تكوين اصرة تناسقية) ذائبة في المحلول ولكنها قليلة التفكك كما في التفاعل التالي :-

$$2CN^- + Ag^+ \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-$$

مركب معقد ذائب

علل :- يفضل استعمال التركيز العياري (النورمالي) في حسابات طرائق التحليل الحجمي المعتمدة على التسحيح

ج :- لأن التركيز العياري يستعمل عادةً لتجنب الالتباس الذي قد يحصل من احتواء مول واحد او اكثر من الصنف الفعال (الذي يشترك في التفاعل)

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل المستخدمة في عمليات التسحيح (مهم جداً)

- التركيز المولاري :- المحلول ذو تركيز واحد مولاري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مول واحد من المذاب في لتر واحد من المحلول

$$M\,(mol/L) = \frac{n\,(mol)}{V\,(L)} \Longrightarrow = \frac{n\,(mmol)}{V\,(ml)} \Longrightarrow = \frac{\frac{m(g)}{M(g/mol)}}{V\,(L)}$$

احفظ

- التركيز العياري (النورمالي) :- المحلول ذو تركيز واحد عياري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مكافيء غرامي واحد من المذاب في لتر واحد من المحلول

$$N\,(eq/L) = \frac{Eq\,(eq)}{V(L)} \Longrightarrow \frac{Eq(meq)}{V(L)} \Longrightarrow \frac{\frac{m(g)}{EM(g/eq)}}{V(L)}$$

احفظ

m(g) الكتلة ، M(g/mol) الكتلة المولية ، M(mol/L) التركيز المولاري ، n(mol) عدد المولات ، V(L) الحجم ، Eq(eq) عدد المكافئات الغرامية ، EM(g/eq) الكتلة المكافئة

الكتلـة المكافئـة :-

الكتلة المكافئة :- هي كمية المادة (كتلة المادة) التي تكافئ تماماً كمية ثابتة من مادة اخرى مثل (1.008 g) من الهيدروجين او (17.008 g) من جذر الهيدروكسيد او (8.000 g) من الاوكسجين في تفاعل معين ، والكتلة المكافئة للمادة هي كمية غير ثابتة قد تتغير مع نوع التفاعل الذي يشترك 0

كيفية حساب الكتلة المكافئة (EM) :-

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

لحساب الكتلة المكافئة يطبق القانون التالي :-
حيث (M) **تمثل الكتلة المولية** للمركب ، والتي غالباً ماتعطى قيمتها جاهزة في السؤال **أو نستخرجها من (مجموع** الكتل الذرية للعناصر في المركب مضروبة في عدد ذرات تلك العناصر)
أما (η) **تمثل عدد مولات** الجزء الفعال او مايسمى بال (أيتا) 0

من المهم جداً ان نعرف ان EM لأي مادة تحسب لمول واحد فقط 0

تختلف طريقة حساب الكتلة المكافئة لأي مادة حسب نوع التفاعل :-

أولاً :- تفاعـلات التعـادل :-

1- حساب الكتلة المكافئة للحامض :- **تحسب** من القانون التالي :-

$$EM = \frac{M_{\text{للحامض}}}{\eta}$$

حيث (M) تمثل الكتلة المولية **للحامض**
(η) = عدد ذرات الهيدروجين المتأينة (H^+)

ملاحظات :-

1- في هذا النوع لا نحتاج الى معادلة التفاعل **ونكتفي بالصيغة الكيميائية للحامض** ومن خلالها نستخراج (الايتا) 0

2- من اهم الحوامض المطلوب استخراج (الايتا) لها في هذا **الفصل هي :-**

حامض الخليك CH_3COOH	حيث ان η = 1
حامض الهيدروليـــك HCL	حيث ان η = 1
حامض الايوديـــك HIO_3	حيث أن η = 1
حامض الكبريتيـــك H_2SO_4	حيث أن η = 2

مثال :- احسب الكتلة المكافئة EM لحامض الكبريتيك (H_2SO_4) اذا علمت ان M = 98 في التفاعل الاتي :-

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2H_2O + 2Na^+ + SO_4$$

الحل :-

توضيح :- لقد اتفقنا بأنه ليس لنا علاقة بمعادلة التفاعل عند استخراج (الايتا) للحامض **عند تفاعله** مع قاعدة لذلك فمن صيغة حامض الكبريتيك عرفنا ان الايتا = 2 وهي تساوي عدد ذرات الهيدروجين المتأينة ونلاحظ ان الكتلة المولية للحامض معطاة جاهزة في السؤال لذلك نطبق القانون بشكل مباشر

$$EM = \frac{M\,H_2SO_4\,(g/mol)}{\eta\,(eq/mol)}$$

$$EM = \frac{98\,(g/mol)}{2\,(eq/mol)}$$

$$EM = 49\ g/eq$$

رحلة التفوق في السادس

2 - حساب الكتلة المكافئة للقاعدة :- تحسب من القانون الاتي

$$EM = \frac{M_{\text{للقاعدة}}}{\eta}$$

حيث (M) تمثل الكتلة المولية للقاعدة

(η) = عدد مجاميع الهيدروكسيد المتأينة (OH^-)

ملاحظات :-

1- في هذا النوع ايظاً لانحتاج الى معادلة التفاعل ونكتفي بالصيغة الكيميائية للقاعدة ومن خلالها نستخرج(الايتا)

2- من اهم القواعد المطلوب استخراج الايتا لها في هذا الفصل هي :-

هيدروكسيد الصوديـــــــــوم $NaOH$ حيث $\eta = 1$

هيدروكسيد الباريــــــــوم $Ba(OH)_2$ حيث $\eta = 2$

مثال :- **احسب الكتلة المكافئة EM** لهيدروكسيد الصوديوم NaOH اذا علمت ان M=40 في التفاعل الاتي :-

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2H_2O + 2Na^+ + SO_4$$

الحل :-

توضيح :- كما هو الحال **في الصنف السابق** حيث ليس لنا علاقة بمعادلة التفاعل عند استخراج الايتا للقاعدة عند تفاعلها مع الحامض ونكتفي **بمعرفة صيغة القاعدة** 0 وهنا الايتا = 1 وهي عدد مجاميع الهيدروكسيد المتأينة – وبما ان الكتلة المولية للقاعدة **معطاة جاهزة في السؤال** لذلك نطبق قانون الكتلة المكافئة بشكل مباشر .

$$EM = \frac{M\,NaOH}{\eta} \rightarrow EM = \frac{40\,(g/mol)}{1\,(eq/mol)} \rightarrow EM = 40\,(g/eq)$$

---

3 - حساب الكتلة المكافئة للملح في تفاعل (الملح + حامض او قاعدة) :-

تحسب من القانون التالي

$$EM = \frac{M_{\text{للملح}}}{\eta}$$

حيث (M) تمثل الكتلة المولية للملح

(η) = عدد مولات الحامض او القاعدة المتفاعل مع الملح

ملاحظات :-

1- في هذا النوع يجب كتابة معادلة التفاعل الموزونة والتي غالباً ما تعطى في السؤال

2- تؤخذ عدد مولات الحامض او القاعدة من المعادلة الموزونة حصراً

3- ليس لنا علاقة بعدد مولات الملح في المعادلة الموزونة انما نكتفي بمعرفة كتلته **المولية والتي** غالباً ماتعطى في السؤال جاهزة

4- **تنويـــــه مهم :-** سوف نلاحظ ان **الايتا =2** عند تفاعل الملح مع الحامض في كل اسئلة الفصل السادس لذلك نستطيع ان نعتمد هذا الرقم دائماً0(يعني احفظ هذا الرقم)

الا اذا وردت اسئلة خارجية في الامتحانات الوزارية ففي هذه الحالة سوف نكتب معادلة التفاعل الموزونة وتكون عندها (الايتا = عدد مولات الحامض المتفاعل مع الملح)

مثال 1 :- احسب الكتلة المكافئة EM لكاربونات الصوديوم Na_2CO_3 والذي M=106 وحسب المعادلة :-

$Na_2CO_3 + \underline{2}HCL \rightarrow 2NaCL + H_2O + CO_2$

الحل :-

$$EM = \frac{M\ Na_2CO_3}{\eta}$$

$$EM = \frac{106(g/mol)}{2(eq/mol)}$$

$$EM = 53\ g/eq$$

مثال 2 :- احسب الكتلة المكافئة للبوراكس ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) والذي كتلته المولية (M = 381 g/mol)
حسب التفاعل التالي :-

$B_4O_7^{-2} + \underline{2}H_3O^+ + 3H_2O \rightarrow 4H_3BO_3$

ان هذا المثال مأخوذ من التمرين (6-10)

الحل :-

ان البوراكس $Na_2B_4O_7.10H_2O$ هو ملح (رابع بورات الصوديوم)

أما (H_3O^+) هو ايون الهيدرونيوم وهو حامض

لذلك فأن (الايتا) = 2 وهي عدد مولات الحامض المتفاعل مع الملح

$$EM = \frac{M\ Na_2B_4O_7.2H_2O}{\eta}$$

$$EM = \frac{381(g/mol)}{2(eq/mol)}$$

$$EM = 190.5\ g/eq$$

ثانياً :- تفاعلات الترسيب

يمكن حساب الكتلة المكافئة EM من القانون :- $EM = \frac{M}{\eta}$

حيث M تمثل الكتلة المولية

(η) = (عدد الايونات الموجبة × تكافؤها)

ملاحظاااااااااااااااااااااااااات

1- في هذا النوع لا تحتاج الى معادلة التفاعل ويكفي فقط ان تعرف الصيغة الكيميائية للمركب

2- اهم المركبات المطلوب استخراج (الايتا) لها في الفصل الاول هي :-

نترات الفضة $AgNO_3$ حيث ان (η = 1)

يوديد البوتاسيوم (KI) حيث ان (η = 1)

نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ حيث ان (η = 2)

كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3^{-2}$ حيث ان (η = 6)

مثال1: ماهي الكتلة المكافئة (EM) لـ $Fe_2^{+3}(SO_4)_3^{-2}$ بتفاعل الترسيب علماً ان M=400 في التفاعل الاتي :-

$$Fe_2(SO_4)_3 + Pb^{+2} \longrightarrow 3PbSO_4 + 2Fe$$

الحل :-

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها

η = 2 × 3 = 6

$$EM = \frac{M\,Fe_2(SO_4)_3}{\eta}$$

$$EM = \frac{400(g\|mol)}{6(eq/mol)}$$

$$EM = 66.7\ g/eq$$

مثال 2 :- احسب الكتلة المكافئة EM لنترات الفضة $Ag_1^{+1}NO_3$ بتفاعل الترسيب علماً ان (M = 170 g/mol)

$$Ag^{+} + Br^{-} \longrightarrow AgBr$$

الحل :-

η = 1 × 1 = 1

$$EM = \frac{M\,AgNO_3}{\eta}$$

$$EM = \frac{170(g/mol)}{1(eq/mol)}$$

$$EM = 170\ g/eq$$

مثال 3 :- احسب الكتلة المكافئة EM لكلوريد الباريوم $Ba_1^{+2}CL_2$ بتفاعل الترسيب الاتي :-

$$Ba^{+2} + SO_4^{-2} \longrightarrow BaSO_4$$

(M = 208 g/mol)

الحل :-

η = 1 × 2 = 2

$$EM = \frac{MBaCL_2}{\eta}$$

$$EM = \frac{208(g/mol)}{2(eq/mol)}$$

$$EM = 104\ g/eq$$

يقول الامام علي (ع) :-

(كل شيء يبدأ صغيرا ثم يكبر 0 الا المصيبة تبدأ كبيرة ثم تصغر)

أخي العزيز :- ان السادس تنطبق عليه هذه المقولة العظيمة فقد كنت تراه في البداية كأنه معضلة كبيرة ولكن مع مرور الوقت بدأت تمسك خيوط اللعبة بيدك وبدأت تشعر بأنه مرحلة بسيطة – لذلك اخي العزيز واصل مسيرتك بثقة وستصل الى مارسمت في مخيلتك وانا متأكد بأنك تحسن الظن بالله وان الله لايخذل من يحسن الظن به .

مثال 4 :- احسب الكتلة المكافئة EM لنترت الرصاص $Pb_1^{+2}(NO_3)_2$ وليوديد البوتاسيوم $K_1^{+1}I$ المشتركة بتفاعل الترسيب الاتي: $Pb(NO_3)_2 + 2KI \longrightarrow PbI_2 + 2K^+ + 2NO_3$

علماً ان الكتلة المولية لنترات الرصاص (M = 331) وان الكتلة المكولية ليوديد البوتاسيوم (M = 166)

الحل :-

حساب الكتلة المكافئة لنترات الرصاص

$\eta = 1 \times 2 = 2$

$$EM = \frac{M\, Pb(NO_3)_2}{\eta}$$

$$EM = \frac{331(g/mol)}{2(eq/mol)}$$

$$EM = 165.5\ g/eq$$

حساب **الكتلة المكافئة ليوديد البوتاسيوم**

$\eta = 1 \times 1 = 1$

$$EM = \frac{M\, KI}{\eta}$$

$$EM = \frac{166(g/mol)}{1(eq/mol)} \qquad EM = 166\ g/eq$$

ثالثا :- تفاعلات تكوين معقد

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

حيث M هي الكتلة المولية

η = عدد المزدوجات الموهوبة او المكتسبة

انتبه :- يجب ان تتوفر لديك معادلة التفاعل لأنها **الاساس في حساب عدد المزدوجات** المفقودة او المكتسبة

لاتتشاقل من كثرة مامكتوب فالتطبيق بسيط جداً

كيف تستطيع ان تعرف عدد المزدوجات المفقودة او المكتسبة :-

1- تقوم بوضع علامة اكس (×) على عدد مولات أي مادة **متفاعلة او ناتجة**

2- تقوم بأيصال خط بين الايون الموجب للمادة المتفاعلة **والايون الموجب للمادة الناتجة** وهنا تستطيع معرفة كم اكتسب او فقد هذا الايون من المزدوجات

3- يجب ان ننتبه الى عدد الذرات للايون الموجب للمركب المعطى في **السؤال فأذا كانت اكثر من** (واحد) هنا يجب ان (تضرب عدد ذرات الايون الموجب × عدد المزدوجات)

ملاحظة 1 :- جميع الليكندات المستخدمة في الفصل الاول هي ليكندات احادية **(أي)** كل (واحد ليكند) يمنح (مزدوج واحد)

ملاحظة2 :- تستطيع التعرف على تفاعل تكوين معقد من خلال الاقواس الكبيرة [ ] **على الاغلب**0واذا لم توجد الاقواس وهذا (قليل) فأنك تستطيع الاستدلال على ذلك حيث ستجد ان المركب **المعقد على الاغلب** يوجد عليه عدد تأكسد وعندما تنظر الى (العدد التأكسدي للايون المركزي وتقارنه مع نفس **الايون في المتفاعلات**) ستجد ان عدده التأكسدي لم يتغير وبهذه الطريقة تستطيع ان تميزه عن تفاعل التأكسد والاختزال.



مثال :- ماهي الكتلة المكافئة EM لمركب Ni_2O_3 في تفاعل تكوين معقد (M = 165 g/mol) حسب التفاعل
-:

$$Ni^{+2} + 4CN^{-} \longrightarrow [\,Ni\,(CN)_4\,]^{-2}$$

تنويه :- الاقواس الكبيرة انا وضعتها (تنطبق عليها ملاحظة 2)
الحل :-

$$Ni^{+2} + 4CN^{-} \longrightarrow [\,Ni\,(CN)_4\,]^{-2}$$

توضيح :- من خلال الخط الموصول ان كل ذرة Ni اكتسبت 4 مزدوجات
وبما ان صيغة المركب Ni_2O_3 تحتوي على ذرتي Ni أذن
$\eta = 4 \times 2 = 8 =$ عدد المزدوجات المكتسبة

$$EM = \frac{M\,Ni_2O_3}{\eta}$$

$$EM = \frac{165(g/mol)}{8(eq/mol)}$$

$$EM = 20.625\ g/eq$$

مثال :- احسب الكتلة المكافئة EM لـ BaI_2 بتفاعل تكوين المعقد الاتي :- (M = 264 g/mol)

$$2BaI_2 + Hg^{+2} \longrightarrow HgI_4^{-2} + Ba^{+2}$$

تنويه :- (تنطبق عليه الملاحظة 2 ولم اضع الاقواس لأن المعلومة اصبحت واضحة)
الحل :-

$$2BaI_2 + Hg^{+2} \longrightarrow HgI_4^{-2} + Ba^{+2}$$

توضيح :- نلاحظ من خلال الخط الموصول ان كل ذرة Ba في المركب BaI_2 قد فقدت مزدوجين 0
وبما الصيغة BaI_2 تحتوي على ذرة Ba واحدة أذن
$\eta = 2 =$ عدد المزدوجات المفقودة

$$EM = \frac{M\,BaI_2}{\eta}$$

$$EM = \frac{264(g/mol)}{2(eq/mol)}$$

$$EM = 132\ g/eq$$

مثال :- احسب الكتلة المكافئة EM لمركب نترات الفضة $AgNO_3$ (M = 170 g/mol) في التفاعل :-

$$AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [\,Ag\,(CN)_2\,]^{-} + 2K^{+} + + NO_3$$

الحل :-

$$AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [\,Ag\,(CN)_2\,]^{-} + 2K^{+} + + NO_3$$

توضيح :- نلاحظ من خلال الخط الموصول ان كل ذرة Ag قد اكتسبت 2 مزدوج
وبما ان صيغة المركب $AgNO_3$ تحتوي ذرة Ag واحدة أذن
$\eta = 2 =$ عدد المزدوجات المكتسبة

$$EM = \frac{M\,AgNO_3}{\eta}$$

$$EM = \frac{170(g/mol)}{2(eq/mol)} = EM = 85\ g/eq$$

مثال :- احسب الكتلة المكافئة EM لمركب سيانيد البوتاسيوم KCN (M = 65 g/mol) في التفاعل :-

$$AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^- + 2K^+ + + NO_3$$

الحل :-

$$AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^- + 2K^+ + + NO_3$$

توضيح:- **نلاحظ من خلال** الخط الموصول ان كل ذرة K في المركب KCN قد فقدت مزدوج واحد

وبما **الصيغة KCN تحتوي** على ذرة K واحدة أذن

$\eta = 1$ = **عدد المزدوجات** المفقودة

$$EM = \frac{M\ KCN}{\eta}$$

$$EM = \frac{65(g/mol)}{1(eq/mol)} = 65\ g/eq$$

رابعا :- تفاعلات التأكسد والاختزال

حيث ان M تمثل الكتلة المولية

η = عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة

أو بصورة ابسط للطالب

η = الفرق في العدد التأكسدي

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

- كيف نستطيع تمييز هذا النوع من التفاعلات

1- يذكر في السؤال (تفاعل اكسدة و**اختزال**) **او يذكر** مادة معينة ويقول تأكسدت او اختزلت

2- عن طريق معادلة التفاعل حيث **ستلاحظ ان هناك تغير بأعداد التأكسد** (زيادة او نقصان)

- ملاحظات مساعدة للطالب في ايجاد الايتا (η)

اولاً :- اذا اعطى معادلة تفاعل

1- يفضل اولاً ان تضع علامة اكس (×) على عدد مولات **مواد التفاعل لأنها لن تدخل** في حسابات الايتا 0

2- ان تحدد المادة المراد استخراج الايتا في طرف **المتفاعلات وفي طرف النواتج**

3- تستخراج عدد التأكسد للعنصر المتأكسد او المختزل في **طرفي التفاعل**

4- تجد الفرق في العدد التأكسدي لهذا العنصر بين المتفاعل والناتج

5- يجب ان تضع في حساباتك عدد ذرات هذا العنصر في المركب المعطى **في السؤال فأذا كان**(اكبر من واحد) فيجب ان تضرب (عدد ذرات العنصر في المركب × الفرق في العدد التأكسدي **للعنصر**)

ثانيا :- يعطي مادة في السؤال ويذكر (تفاعل تأكسد أو اختزال او تأكسدت او اختزلت) ويقول نتجت مادة ويذكرها

1- تحدد المادة المتفاعلة وتحدد المادة الناتجة

2- تستخراج عدد التأكسد للعنصر المتأكسد او المختزل من المجموع التأكسدي
تجد الفرق في العدد التأكسدي لهذا العنصر بين المتفاعل والناتج حيث (الفرق = الايتا)

ملاحظة مفيدة 1:- برمنكنات البوتاسوم ($KMnO_4$) في وسط حامضي الايتا (η) = 5 (معلومة ثابتة)
حيث يختزل ($KMnO_4$) الى (Mn^{+2}) وان الفرق = 5 دائماً دائماً

ملاحظة مفيدة 2:- برمنكنات البوتاسوم ($KMnO_4$) في وسط متعادل الايتا (η) = 3 (معلومة ثابتة)
حيث يختزل ($KMnO_4$) وينتج (MnO_2) وان الفرق = 3 دائماً دائماً

ملاحظة مفيدة 3 :- ايون الحديد η = 1 في المركبات حيث يتأكسد بالشكل $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ (معلومة ثابتة)

مثال :- ما الكتلة المكافئة EM لثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ (M = 294 g/mol) بحسب التفاعل :-

$$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 6Fe^{+2} \rightleftharpoons 2Cr^{+3} + 7H_2O + 6Fe^{+3}$$

الحـل :-

$$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 6Fe^{+2} \rightleftharpoons 2Cr^{+3} + 7H_2O + 6Fe^{+3}$$

حساب الايتا

$Cr_2O_7^{-2}$

$(2\times X) + (7\times -2) = -2$

$2X + (-14) = -2$

$2X = 12$

$X = \frac{12}{2}$

$X = 6$

Cr^{+3}

$X = 3$

$\eta = 6 - 3 = 3$

وبما ان الصيغة $K_2Cr_2O_7$ تحتوي ذرتي Cr

أذن $\eta = 2 \times 3 = 6$

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

$$EM = \frac{294\ (g/mol)}{6\ (eq/mol)}$$

$$EM = 49\ g/eq$$

مثال :- احسب الكتلة المكافئة EM لأيون الحديد Fe^{+2} (M_{Fe} = 56 g/mol) حسب التفاعل :-

$$5Fe^{+2} + MnO_4^{-1} + 8H_3O^+ \rightleftharpoons 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$$

الحـل :-

$$5Fe^{+2} + MnO_4^{-1} + 8H_3O^+ \rightleftharpoons 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$$

حساب الايتا

Fe^{+2}	Fe^{+3}
X = 2	X = 3

$\eta = 3 - 2 = 1$

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

$$EM = \frac{56\ (g/mol)}{1\ (eq/mol)}$$

$$EM = 56\ g/eq$$

مثال :- احسب الكتلة المكافئة EM لـ MnO_4 (M = 119 g/mol) حسب التفاعل :-

$$5Fe^{+2} + MnO_4^{-1} + 8H_3O^{+} \rightleftharpoons 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$$

الحـل :-

$$5Fe^{+2} + MnO_4^{-1} + 8H_3O^{+} \rightleftharpoons 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$$

حساب الايتا

MnO_4^{-1} | Mn^{+2}

$(1\times X)+(4\times -2) = -1$ | $X = 2$

$X + (-8) = -1$

$X = 7$

$$\eta = 7 - 2 = 5$$

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

$$EM = \frac{119\ (g/mol)}{5\ (eq/mol)}$$

$$EM = 23.8\ g/eq$$

مثال مهم :- احسب الكتلة المكافئة EM لثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ بتفاعل التأكسد والاختزال التي :-

$$2S_2O_3^{-2} \longrightarrow S_4O_6^{-2}$$

الحل :-

$$2S_2O_3^{-2} \longrightarrow S_4O_6^{-2}$$

حساب الايتا

$S_2O_3^{-2}$	$S_4O_6^{-2}$
$(2\times X)+(3\times -2) = -2$	$(4\times X)+(6\times -2) = -2$
$2X + (-6) = -2$	$4X + (-12) = -2$
$2X = 4$	$4X = 10$
$X = \frac{4}{2}$	$X = \frac{10}{4}$
$X = 2$	$X = 2.5$

$\eta = 2.5 - 2 = 0.5$

وبما ان الصيغة $Na_2S_2O_3$ تحتوي ذرتي S اذن

$\eta = 0.5 \times 2 = 1$

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

$$EM = \frac{158 (g/mol)}{1 (eq/mol)}$$

$$EM = 158\ g/eq$$

رحلة التفوق عطاء بلا حدود A.M.Z

علاقات مهمة جداً مشتقة من قانوني التركيز المولاري والعياري

$$M(mol/L) = \frac{n(mol)}{V(L)}$$

$$n(mol) = M(mol/L) \times V(L)$$

وبما ان

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

فأن

$$M(mol/L) = \frac{\frac{m(g)}{M(g/mol)}}{V(L)}$$

$$m(g) = M(mol/L) \times V(L) \times M(g/mol)$$

$$N(eq/L) = \frac{Eq(eq)}{V(L)}$$

$$Eq(eq) = N(eq/L) \times V(L)$$

وبما ان

$$Eq(eq) = \frac{m(g)}{EM(g/eq)}$$

فأن

$$N(eq/L) = \frac{\frac{m(g)}{EM(g/eq)}}{V(L)}$$

$$m(g) = N(eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

ملاحظات مهمة جداً :-

1- عند الاعتماد على **التراكيز المولارية في تحضير** المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح فأنه يتم الاعتماد على **المعادلة الكيميائية الموزونة في** تحديد الكميات المكافئة ونستعين بالعلاقة :-

$$M(mol/L) \times V(L) = M(mol/L) \times V(L)$$

المحلول المجهـــــول المحلول القياســـي

2- عند استعمال التراكيز العيارية في **تحضير المحاليل المستعملة في** عمليات التسحيح فأننا لانحتاج الى المعادلة الكيميائية ونستطيع الاستعانة **بالعلاقة :-**

$$N(eq/L) \times V(L) = N(eq/L) \times V(L)$$

المحلول المجهـــــول المحلول القياســـي

3- عندما يطلب الكتلة (m) ويعطي (N) نطبق :- $m(g) = N(eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$

4- عندما يطلب الكتلة (m) ويعطي (M) نطبق :- $m(g) = M(mol/L) \times V(L) \times M(g/mol)$

5- تستدل على اسئلة التسحيح من خلال مفردات ترد في سياق **السؤال مثل :-**

(معايرة – معادلة – مكافئة – تسحيح - - - - -)

6- اذا طلب النورمالية وقد توفر لديك المولارية **فأنك** تستطيع ان تستخرجها **بشكل مباشر بعد** استخراج الايتا وحسب نوع التفاعل وذلك بتطبيق العلاقة :-

النورمالية (العيارية) = المولارية × الايتا $N = M \times \eta$

تمرين (6- 8) :- ما الكتلة (m) اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) والذي كتلته المولية تساوي(M = 294) لتحضير محلول بحجم (2 L) وتركيز (0.12 N) من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل :-

$$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 6Fe^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O + 3Fe^{+3}$$

تحليل السؤال :- (للتوضيح فقط)

1- نلاحظ ان مامطلوب في السؤال هو ايجاد الكتلة (m) وقد اعطى في السؤال قيمة (N) لذلك نستطيع ايجادها من ($m = N \times V \times EM$)

2- ولو نقارن بين معطيات السؤال وبين قانون الكتلة سوف نجد ان (N , V) موجودة ضمن معطيات السؤال لذلك يبقى لنا استخراج قيمة EM فقط

3- ونستطيع استخراج EM بسهولة بأعتبار ان الكتلة المولية (M) قد اعطاها في السؤال ايظاً لذلك يبقى لنا استخراج (الايتا) فقط عن طريق تفاعل (التأكسد والاختزال) والذي حدد نوعه في السؤال ايضاً

الحل :-

$Cr_2O_7^{-2}$	Cr^{+3}
$(2\times X) + (7\times -2) = -2$	$X = 3$
$2X + (-14) = -2$	
$2X = +14 - 2$	
$2X = 12$	
$X = 6$	
$\eta = 6 - 3 = 3$	

وبما ان الصيغة ($K_2Cr_2O_7$) تحتوي ذرتين Cr أذن :-

$$\eta = 3 \times 2 = 6$$

$$EM = \frac{M}{\eta} \rightarrow EM = \frac{294\ (g/mol)}{6\ (eq/mol)} \rightarrow EM = 49\ g/eq$$

$$m\ (g) = N \times V \times EM$$

$$m\ K_2Cr_2O_7 = 0.12\ (eq/L) \times 2\ (L) \times 49\ (g/eq)$$

$$m\ K_2Cr_2O_7 = 11.76\ g$$

(تمرين (6 – 9) :- ما الكتلة (m) اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH (M_{NaOH} = 40 g/moL) لتحضير (500 mL) من محلول تركيزه (0.2 M) ؟

تحليل السؤال :- اخي العزيز انتبه الى مايأتي

1- طلب الكتلة (m) واعطى التركيز المولارى M لذلك تستطيع استخراجها من القانون :-

$$m\ (g) = M\ (mol/L) \times V\ (L) \times M\ (g/moL)$$

2- بما ان جميع متغيرات القانون متوفرة في السؤال اذن تستطيع تطبيق القانون بشكل مباشر

الحل :-

$$m\ (g) = M\ (moL/L) \times V\ (L) \times M\ (g/moL)$$

$$m_{NaOH} = 0.2\ (mol/L) \times \frac{500}{1000} L \times 40\ (g/moL)$$

$$m_{NaOH} = 4\ g$$



(تمرين 6- 10) :- أحسب كتلة المذاب (m) الموجود في كل من المحاليل الاتية :-

1 – (350 mL) من (0.125 M) نترات الفضة (M_{AgNO_3} = 170 g/moL) ؟

2 - (250 mL) من (0.1 N) من محلول البوراكس ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) (M = 381 g/moL)

وبحسب التفاعل الاتي :- $B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \rightarrow 4H_3BO_3$

الحل :-

الحل (1) :-

7- طلب كتلة (m) واعطى تركيز مولاري (M) اذن نستطيع تطبيق :-

$$m\ (g) = M\ (moL/L) \times V\ (L) \times M\ (g/moL)$$

$$m\ (g) = 0.125\ (moL/L) \times \frac{350}{1000} L \times 170\ (g/moL)$$

$$m\ (g) = 7.44\ g$$

الحل (2) :-

$$B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \rightarrow 4H_3BO_3$$

8- طلب الكتلة (m) واعطى تركيز نورمالي (N) نستطيع تطبيق :-

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V\ (L) \times EM\ (g/eq)$$

ولتطبيق القانون اعلاه يجب ان نستخرج EM اولاً

حيث الكتلة المولية جاهزة والايتا من المعادل = 2 في تفاعل ملح مع حامض

$$EM = \frac{M_{\text{للبوراكس}}}{\eta} \rightarrow EM = \frac{381\ (g/mol)}{2\ (eq/mol)} \rightarrow EM = 190.5(\ g\ /\ eq)$$

$$m_{\ (Na2B4O7.10H2O)} = 0.1\ (eq/L) \times \frac{250}{1000} L \times 190.5\ (g/eq)$$

$$m = 4.77\ g$$

تمرين (6-11) :- تستعمل برمنكنات البوتاسيوم ($KMnO_4$) **في تفاعلات التأكسد والاختزال** 0 فأذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج (MnO_2) **ما قيمة الـ η لبرمنكنات البوتاسيوم** ؟ وكم هي عيارية محلول هذه المادة ؟ والتي تركيزها المولاري يساوي (0.05 M)

ملاحظة مهمة :- اذا طلب في السؤال العيارية (N) ؟ وقد اعطى في السؤال المولارية (M)

1- نقوم بأستخراج الايتا (η) بالاعتماد على معرفة نوع التفاعل 0

2- نطبق القانون الاتي بشكل مباشر ($N = M \times \eta$) أي أن (العيارية = المولارية × الايتا)

الحل :-

$KMnO_4$	MnO_2
(1×1)+(1×X)+(4×-2) = 0	(1×X)+(2×-2) = 0
1 + X + (-8) = 0	X + (-4) = 0
X -7 = 0	X – 4 = 0
X = 7	X = 4

$\eta = 7 - 4 = 3$

$$N = M\ (moL/L) \times \eta\ (eq/moL)$$

$$N = 0.05\ (moL/L) \times 3\ (eq/moL)$$

$$N = 0.15\ (eq/L)$$

تجربة توضح عملية تحليل حجمية بالاعتماد على التسحيح لايجاد كتلة $Ba(OH)_2$ والذي كتلته المولية (M= 171 g/moL) وذلك بأتباع الخطوات الاتية :- (افهمها جيداً ستساعدك في فهم الحلول للاسئلة)

1- نقوم بأذابة $Ba(OH)_2$ في الماء المقطر بشكل تام ثم نكمل حجم المحلول الناتج الى 25 mL بالماء المقطر في دورق حجمي

2- نقوم بنقل 20 mL من محلول $Ba(OH)_2$ بأستعمال ماصة الى دورق مخروطي ذو حجم مناسب

3- نقوم بأضافة بضع قطرات من محلول (دليل المثيل الاحمر) الى $Ba(OH)_2$ وان دليل المثيل الاحمر هي **مادة خاملة لا تشترك** في تفاعل التسحيح ويتغير لونها من من الاصفر الى الاحمر عند نقطة نهاية هذا **التفاعل نتيجة لتغير** PH المحلول فيتلون المحلول باللون الاصفر

4- **نبدأ بعملية تسحيح** $Ba(OH)_2$ مقابل حامض الهيدروليك HCL القياسي ذو تركيز **(0.098 N)** وذلك **بالاضافة التدريجية لمحلول** هذا الحامض والموجود في السحاحة الى محلول $Ba(OH)_2$ مع التحريك **المستمر لمزج المحلولين**

5- سوف **نلاحظ انه تطلب اضافة** 22.4 mL من محلول HCL والذي تركيزه **(0.098 N)** حتى ادى الى تغير لون **المحلول من اللون الاصفر الى** اللون الاحمر (أي الوصول الى نقطة نهاية التفاعل)

6- الحسابات :- **لقد اصبح لدينا سؤال يمكن** صياغته بالشكل الاتي

<u>س :- تم تسحيح 20 mL من **هيدروكسيد** الباريوم $Ba(OH)_2$ (M= 171 g/moL) مع محلول حامض الهيدروليك HCL **وقد تطلب اضافة** 22.4 mL من 0.098 N من محلول هذا الحامض للوصول الى نقطة نهاية التفاعل 0 احسب كتلة $Ba(OH)_2$ ؟</u>

الحل :-

عند الوصول الى نقطة نهاية التفاعل فأن :-

كمية المادة المجهولة = كمية المادة المعلومة

عدد ملي مكافئات (meq) المادة المجهولة = عدد ملي مكافئات (meq) المادة القياسية

$$N_{HCL} \times V_{HCL} = N_{Ba(OH)2} \times V_{Ba(OH)2}$$

$$0.098(meq/mL) \times 22.4(mL) = N_{Ba(OH)2} \times 20(mL)$$

البعيد على القريب

$$N_{Ba(OH)2} = \frac{0.098(meq/ml) \times 22.4(ml)}{20(ml)}$$

$$N_{Ba(OH)2} = 0.1097\ meq/mL = 0.1097\ eq/L$$

> **انتبه :- ان وحدة mmol/ml تكافيء وحدة mol/L**
> **وكلاهما يمثلان وحدة المولارية M**
> **وان وحدة meq/ml تكافيء وحدة eq/L**
> **وكلاهما يمثلان وحدة النورمالية N**

$$EM_{Ba(OH)2} = \frac{M\ Ba(OH)_2}{\eta}$$

η لـ $Ba(OH)_2$ = 2 = عدد مجاميع الهيدروكسيد المتأينة

$$EM_{Ba(OH)2} = \frac{171(g/mol)}{2(eq/mol)}$$

$$EM = 85.5\ g/eq$$

والان نستطيع استخراج الكتلة لأن كل متغيرات القانون اصبحت معلومة

$$m(g) = N(eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m(g) = 0.1097(eq/L) \times \frac{25}{1000} L \times 85.5(g/eq)$$

$$m(g) = 0.2344\ g$$

مثال 6-8 :- في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك ($H_2C_2O_4$) (M = 90 g/mol) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم 0 تطلب تسحيح (0 .1743 g) من عينة غير نقية لهذا الحامض بأضافة (39.82 mL) من (0.09 M) من محلول القاعدة NaOH للوصول الى نقطة نهاية التفاعل .احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة ؟

الحل :-

لاتنسى :-

عند استخدام التراكيز المولارية في عمليات التسحيح فأنه يجب كتابة معادلة التفاعل الموزونة لتحديد الكميات المكافئة من المحلول القياسي (المعلوم التركيز والحجم) ومحلول المكون المراد تقديره (المجهول)

$$H_2C_2O_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$$

تحليل السؤال :-

1- ان **المطلوب هو النسبة المئوية** لحامض الاوكزاليك في العينة ونحصل عليها من القانون

$$\text{حامض الاوكزاليك}\% = \frac{m_{\text{الحامض}}}{m_{\text{العينة}}} \times 100\%$$

2- نلاحظ ان **كتلة الحامض (m) مجهولة لذلك** يجب استخراجها من القانون $m = M \times V \times M$

3- وبما ان الكتلة المولية(M) **للحامض معلومة**0 أذاً يبقى لنا استخراج الـ ($M \times V$) أي (التركيز × الحجم)

4- وبما ان عدد المولات (n) = **التركيز المولاري** (M) × الحجم (V)

5- لذلك يجب استخراج **عدد مولات الحامض (المجهول)**

وذلك بالاعتماد على قيم المحاول المعلوم (القياسي) وعلى المعادلة الكيميائية المزونة كما في الملاحظة اعلاه 0

الحل :-

$$(mmol)\ NaOH = V\ (mL) \times M\ (m\ moL/mL)$$

$$(mmol)\ NaOH = 39.82\ (mL) \times 0.09\ (mmoL/mL)$$

$$= 3.584\ mmoL$$

$$\frac{mmol\ H_2C_2O_4}{mmol\ NaOH} = \frac{1}{2}$$

طرفين في وسطين

$$2 \times mmol\ H_2C_2O_4 = mmol\ NaOH$$

البعيد على القريب

$$(mmoL)\ H_2C_2O_4 = \frac{(mmol)NaOH}{2} \rightarrow (mmoL)H_2C_2O_4 = \frac{3.584\ mmoL}{2}$$

$$(mmoL)\ H_2C_2O_4 = 1.79 \rightarrow = 1.79 \times 10^{-3}$$

$$m\ (g) = n \times M \rightarrow m\ (g) = 1.79 \times 10^{-3}\ (mol) \times 90\ (g/mol) \rightarrow m\ (g) = 0.16\ (g)$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{m_{\text{الحامض}}}{m_{\text{العينة}}} \times 100\%$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{0.16\ g}{0.1743\ g} \times 100\%$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = 91.8\ \%$$

مثال (6-7) :- عند استعمال حامض الكبريتيك (H_2SO_4) في تفاعلات التعادل حيث قيمة ($\eta = 2$)
أحسب عيارية محلول هذا الحامض الذي تركيزه ($0.23\ M$) ؟

الحل :-

$$N\,(eq/L) = M\,(moL/L) \times \eta\,(eq/moL)$$
$$N = 0.23\,(moL/L) \times 2\,(eq/moL)$$
$$N = 0.46\,(eq/L)$$

تمرين (6 – 12) :- تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية التسحيح تعتمد على التفاعل التالي :-

$$Ni^{+2} + 4CN \rightarrow [Ni(CN)_4]^{-2}$$

فأذا علمت ان ($160\ mg$) من العينة قد استهلكت في تسحيح ($38.3\ mL$) من محلول KCN القياسي بتركيز ($0.137\ N$) للوصول الى نقطة نهاية التفاعل 0 أحسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل (Ni_2O_3)
والذي كتلته المولية ($M = 165.4\ g/moL$)

الحل :-

تحليل السؤال :- (للتوضيح فقط)

1- المطلوب هو النسبة المئوية لـNi_2O_3 في العينة ونستخرجها من $Ni_2O_3\,\% = \frac{m\,Ni_2O_3}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\%$

2- سنلاحظ من القانون ان الكتلة (m) لاوكسيد النيكل (Ni_2O_3) مجهولة 0
والتي نستطيع استخراجها من القانون ($m = N \times V \times EM$)

3- وبما ان ($N \times V$) للكاشف KCN = ($N \times V$) لـ Ni_2O_3 لأنه عند نقطة نهاية التفاعل يكون (ملي مكافئات KCN = ملي مكافئات Ni_2O_3) لذلك نستطيع ان نستعين بقيمها في الحسابات

4- لذلك يبقى لنا استخراج ال EM فقط حيث (M) معلومة وفقط نستخرج الايتا (من تفاعل تكوين معقد) حتى نستطيع استخراج الكتلة وتطبيقها في قانون النسبة المئوية

الحل :-

$$Ni^{+2} + 4CN \rightarrow [Ni(CN)_4]^{-2}$$

نلاحظ ان كل ذرة Ni اكتسبت اربع مزدوجات الكترونية (ليكاندات احادية)
وبما ان الصيغة (Ni_2O_3) تحتوي على ذرتي Ni أذاً $\eta = 8$

$$EM = \frac{M}{\eta} \rightarrow EM = \frac{165.4\,(g/mol)}{8\,(eq/mol)} \quad EM = 20.7\,(g/eq)$$

$$m = N \times V \times EM$$
$$m = 0.137\,(eq/L) \times \frac{38.3}{1000}\,L \times 20.7\,(g/eq)$$
$$m\,(Ni_2O_3) = 0.108\,g \rightarrow m = 108\,mg \quad \text{(لتوحيد الوحدات)}$$



$$Ni_2O_3\,\%\text{لـ} = \frac{m\,Ni_2O_3}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\%$$
$$Ni_2O_3\,\%\text{لـ} = \frac{108\,mg}{160\,mg} \times 100\% \rightarrow = 67.5\,\%$$

تمرين 6-13 :- تمت معايرة (0.958 g) من عينة تحتوي حامض الخليك (CH_3COOH) (M = 60 g/moL) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي NaOH بتركيز (0.225 N) فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ (33.6 mL) أحسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة ؟

تحليل السؤال :- (للتوضيح فقط)

ان فكرة هذا التمرين هي نفس فكرة تمرين (6-12) بالضبط بأستثناء ان حامض الخليك تم تسحيحه مع هيدروكسيد الصوديوم بتفاعل التعادل لذلك فأن (الايتا) لحامض الخليك = (1) ثم تستخرج ال EM وتتبع نفس طريقة الحل

الحل :-

η = 1 = عدد ذرات الهيدروجين المتأينة في حامض الخليك (CH_3COOH)

$$EM = \frac{M_{\text{لحامض الخليك}}}{\eta} \rightarrow EM = \frac{60\ (g/mol)}{1\ (eq/mol)} \rightarrow EM = 60\ (g/eq)$$

$$m_{(CH3COOH)} = N \times V \times EM$$

$$m_{\text{لحامض الخليك}} = 0.225\ (eq/L) \times \frac{33.6}{1000} L \times 60\ (g/eq)$$

$$m = 0.4536\ g$$

$$\%\ CH_3COOH = \frac{m\ CH_3COOH}{m_{\text{للعينة}}} \times 100\% \rightarrow \%\ CH_3COOH = \frac{0.4536\ g}{0.958\ g} \times 100\%$$

$$\%\ CH_3COOH = 47.34\ \%$$

(السؤال 6- 8):- ماهي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك HCL ؟ اذا علمت ان (36.7 mL) من محلول هذا الحامض تكافئ (43.2 mL) من محلول (0.236 M) هيدروكسد الصوديوم NaOH ؟

الحل :-

عند تكافؤ كمية الحامض مع كمية القاعدة فأن :-

عدد ملي مولات NaOH = عدد ملي مولات HCL

$$M_{HCL} \times V_{HCL} = M_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

$$M_{HCL}\ (mmol/mL) = \frac{M\ NaOH \times V\ NaOH}{V\ HCL}$$

$$M_{HCL}\ (mmol/mL) = \frac{0.236\ (mmol/ml) \times 43.2\ ml}{36.7\ ml}$$

$$M_{HCL} = 0.278\ mmol/mL$$

لم نكتب هنا معادلة على الرغم ان التركيز مولاري وليس نورمالي 0 وذلك لأن عدد مولات NaOH و HCL متساوية

الرسول الاعظم (ص) :- العلم خزائن مفتاحه السؤال

السؤال 6-9:- ماهي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ المحضر بأذابة (9.5 g) من هذه المادة في 2 L من المحلول والمستعمل في تفاعل (حامض – قاعدة) ؟علماً ان $M_{Ba(OH)_2} = 171$ g/(mol)

الحل :-

(**للتوضيح فقط**) لحساب مولارية محلول هيدروكسيد الباريوم يمكن ان نستخدم العلاقة

$$M\ (mol/L) = \frac{\frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}}{V\ (L)}$$

حيث نلاحظ ان كل متغيرات العلاقة معطاة في السؤال لذا نستطيع تطبيق العلاقة بشكل مباشر

$$M\ (mol/L) = \frac{\frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}}{V\ (L)}$$

$$M\ (mol/L) = \frac{\frac{9.5\ (g)}{171 (g/mol)}}{2 (L)}$$

$$M\ (mol/L) = 0.0277\ mol|L$$

لأيجاد النورمالية هناك طريقتين

الطريقة الاولى :- نحسب **العيارية لمحلول** $Ba(OH)_2$ من العلاقة الاتية

$$N\ (eq/L) = \frac{\frac{m\ (g)}{EM\ (g/eq)}}{V\ (L)}$$

وهنا نلاحظ ان كل المعطيات معطاة **بأستثناء الكتلة المكافئة EM**

حيث يمكننا ان نستخرج الـ EM لأن **الكتلة المولية M معطاة** في السؤال 0

وان قيمة الايتا (η) = 2 والتي تساوي عدد **مجاميع الهيدروكسيد** في $Ba(OH)_2$

$$EM_{Ba(OH)_2} = \frac{M\ (g/mol)}{\eta\ (eq/mol)}$$

$$EM = \frac{171\ (g/mol)}{2\ (eq/mol)} = 85.5\ g/eq$$

والان نستطيع ان نطبق قانون العيارية لان كل المتغيرات اصبحت معلومة

$$N = \frac{\frac{m(g)}{EM\ (g/eq)}}{V\ (L)} \rightarrow N = \frac{m\ (g)}{V\ (L) \times EM\ (g/eq)}$$

$$N = \frac{9.5\ (g)}{2\ (L) \times 85.5\ (g/eq)}$$

$$N = 0.055\ (eq/L)$$

الطريقة الثانية (طريقة سهلة)

حيث استطعنا الحصول على المولارية وان الايتا = 2 وهي عدد مجاميع الهيدروكسيد المتأينة اذاً نستطيع تطبيق :-

$$N = M\ (mol/L) \times \eta\ (eq/mol)$$

$$N = 0.0277 \times 2 = 0.055\ (eq/L)$$

السؤال 6-10 :- ما تركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من :-

1_ مزج (10 mL) من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع (10 mL) من الماء المقطر ؟

2_مزج(10 mL)من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع(10 mL)من محلول 0.3 M كلوريد الصوديوم ؟

الحل :- (1) :- لأيجاد تركيز محلول كلوريد الصوديوم وذلك بأتباع مايأتي :-
نحسب كمية الملح (عدد ملي مولات الملح) الذائبة في المحلول
ثم نقسم على الحجم الكلي للمحلول 0

mmol NaCL = M (mmol/mL) × V (mL)

mmol NaCL = 0.15 (mmol/mL) × 10 (mL)

mmoL NaCL = 1.5 mmoL

والان نستطيع ان نجد التركيز بقسمة عدد الملي مولات على الحجم الكلي

$$M\ (moL/L) = \frac{1.5\ mmoL}{10\ mL + 10\ mL} = 0.075\ mmol = 0.075\ moL/L$$

الحل :- (2) يمكن حساب تركيز محلول NaCL الناتج من خلط محلولين لهذا الملح بتراكيز مختلفة وذلك بالاعتماد على نفس المبدأ أي :-
نحسب كمية ملح NaCL الكلية (عدد الملي مولات الكلية)
ثم نقسم عدد الملي مولات الكلية على الحجم الكلي للمحلول 0

عدد ملي مولات NaCL الكلية =
عدد ملي مولاتNaCL في المحلول الاول + عدد ملي مولات NaCL في المحلول الثاني

(mmoL) NaCL = { M (mmol/mL) × V (mL) } + { M (mmol/mL) × V (mL) }

(mmoL) NaCL = { 0.3 (mmol/mL) × 10 (mL) } + { 0.15 (mmol/mL) × 10 (mL) }

(mmoL) NaCL = 4.5 mmoL/mL

ثم نقسم عدد الملي مولات الكلية على الحجم الكلي

$$M\ (mol/L) = \frac{4.5\ mmol}{10\ ml + 10\ ml} = 0.225\ mmol\ /\ ml = 0.225\ mol\ /\ l$$

اذا كانت النفوس كبارً
تعبت في مرادها الاجسامُ

السؤال 6-11:- ما حجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الـذي تركيزه **0.2 M** اللازم لتسحيح تفاعل (التأكسد والاختزال) 0 **40 mL** من محلول **0.1 M** كبريتات الحديد (II) في محيط حامضي ؟
وان معادلة تفاعل التسحيح هي :-

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

الحل :-

$$\frac{mmol\ FeSO_4}{mmol\ KMnO_4} = \frac{10}{2} \Longrightarrow \frac{mmol\ FeSO_4}{mmol\ KMnO_4} = \frac{5}{1}$$

طرفين في وسطين

$$5 \times \{ mmol\ KmnO_4 \} = mmol\ FeSO_4 \Longrightarrow mmol\ KmnO_4 = \frac{mmol\ FeSO_4}{5}$$

$$[\ 0.2\ mmol/ml \times V_{KMnO4}\ (mL)\ ] = \frac{0.1\ mmol/ml \times 40\ ml}{5}$$

$$[\ 0.2\ mmol/ml \times V_{KMnO4}\ (mL)\ ] = 0.8$$

$$V_{KMnO4}\ (mL) = \frac{0.8}{0.2} = 4\ mL$$

السؤال 6-12 :- أختر الجواب الصحيح في كل مما يأتي :-

1- قيمة η لملح كبريتات الحديد (III) $Fe_2(SO_4)_3$ المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي :-
(أ) 4 eq/moL   (ب) 5 eq/moL   (ج) 6 eq/moL

الجواب الصحيح :- (ج) 6 eq/moL

حيث ان التفاعل هو تفاعل ترسيب حيث η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها ← η = 2 × 3 = 6

2 – يمكن فصل ايون Cu^{+2} عن ايون Zn^{+2} وذلك بأضافة :-
(أ) حامض HCL المخفف
(ب) امرا غاز H_2S بوجود NH_4OH و NH_4CL في المخلول
(ج) امرار غاز H_2S بوجود HCL المخفف في المحلول 0

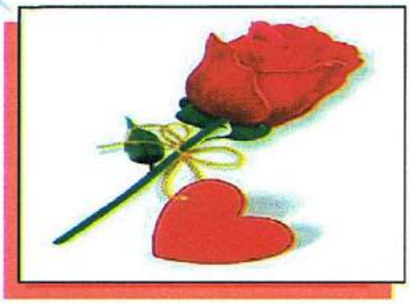
الجواب الصحيح :- (ج) امرار غاز H_2S بوجود HCL المخفف في المحلول 0

حيث ان Cu^{+2} من ايونات المجموعة الثانية والتي تترسب بأمرار غاز H_2S بوجود HCL المخفف

3 – المعامل الوزني للالمنيوم في AL_2O_3 يساوي :-
(أ) 0.265   (ب) 0.529   (ج) 1.059

الجواب الصحيح :- (ب) 0.529

وذلك بتطبيق علاقة المعامل الوزني Gf بين المكون وهو الالمنيوم AL وبين الصيغة الوزنية AL_2O_3





4 – النسبة المئوية لمبيد الحشرات (DDT) $C_{14}H_9CL_5$ في عينة غيرنقية منه تم تحليل (0.74 g) منها وزنياً لتعطي (0.253 g) من AgCL هي :- (أ) 17%   (ب) 19%   (ج) 21%

الجوب الصحيح :- (أ) 17%   والحل يكون كما في أدناه :- (مهم)

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M_{C_{14}H_9CL_5}}{M_{AgCL}} = \frac{1}{5} \times \frac{349.5}{143.5} = \frac{349.5}{717.5} = 0.487$$

$$m_{C_{14}H_9CL_5} = 0.253\ g \times 0.487 = 0.123\ g$$

$$\%\ C_{14}H_9CL_5 = \frac{0.123\ g}{0.74\ g} \times 100\% = 0.1665\ \% \approx 17\ \%$$

5 – تدعى **الطريقة الوزنية** المعتمدة على تسخين او حرق كتلة معينة من عينة في جو من الهواء المفتوح ثم ايجاد كتلة **المكون المتطاير من الفرق** الحاصل في كتلة معينة بـ :-

(أ) طريقة **التطاير المباشرة**   (ب) طريقة التطاير غير المباشرة   (ج) طريقة الترسيب

الجواب الصحيح :- (ب) طريقة التطاير غير المباشرة

6 – في عمليات **التحليل الوزني المعتمد** على تفاعلات الترسيب :-

(أ) يفضل ان يتم **الحصول على راسب بشكل** عالق غروي

(ب) يفضل ان يتم **الحصول على راسب متبلور**

(ج) لايهم نوع الراسب **الذي يتم الحصول عليه**

الجواب الصحيح :- (ب) يفضل ان يتم الحصول على راسب متبلور

7 – تمثل النسبة بين الكتلة المولية **للمكون المراد تقديره** الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية على شرط ان تحتوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر **(او جزيئات** المكون) المراد تقديره :

(أ) صيغة الترسيب   (ب) الصيغة الوزنية   **(ج) المعامل الوزني**

الجواب الصحيح :- (ج) المعامل الوزني

8 – تعرف كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مول واحد من **المكون الفعال بـ** :-

(أ) الكتلة المكافئة   (ب) الكتلة المولية   (ج) الكتلة **القياسية**

الجواب الصحيح :- (أ) الكتلة المكافئة

9 – عيارية المحلول الناتج من اذابة (13 g) من العامل المؤكسد $K_2Cr_2O_7$ في **(500 mL)** من الماء النقي هي :- (أ) 0.53 moL/L   (ب) 0.53 eq/L   (ج) 3.18 eq/L

الجواب الصحيح :- (ب) 0.53 eq/L

والحل يكون بتطبيق قانون التركيز النورمالي بعد ان نجد EM حيث سيعطي الكتلة المولية وقيمة الايتا = 6

10 – الاداة الزجاجية التي تستعمل لقياس حجم المحلول بشكل مضبوط عند تحضيره هي :-

(أ) السحاحة   (ب) الدورق الحجمي   (ج) الماصة

الجواب الصحيح :- (ب) الدورق الحجمي

السؤال 6-14 (وزاري تمهيدي 2013) :- (مهم جداً جداً جداً)

تمت معايرة (50 mL) من حامض HIO_3 (M= 176g/moL) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH القياسي بتركيز (0.145 N) ، فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ (45.8 mL) أحسب :- أ - التركيز العياري لحامض HIO_3
ب - ماهي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي :-

$$HIO_3 + 4FeCL_2 + 5H_3O^+ + 6CL^- \rightarrow 4FeCL_3 + ICL_2^- + 8H_2O$$

الحل :- (أ)

$$N_{HIO3} \times V_{HIO3} = N_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

$$N_{HIO3} = \frac{N_{NaOH} \times V_{NaOH}}{V_{HIO_3}} \rightarrow N_{HIO3} = \frac{0.145\ meq/mL \times 45.8\ mL}{50\ mL}$$

$$N_{HIO3} = 0.13\ meq/mL \rightarrow N_{HIO3} = 0.13\ eq/L$$

الحل (ب) :- الطريقة الاولى

$$N = \frac{\frac{m(g)}{EM(g/eq)}}{V(L)} \rightarrow N = \frac{m(g)}{EM(g/mol) \times V(L)}$$

$$EM = \frac{M(g/mol)}{\eta(eq/mol)} \rightarrow EM = \frac{176(g/mol)}{1(eq/mol)} \rightarrow EM = 176\ g/eq$$

$$m(g) = N \times V \times EM \rightarrow m(g) = 0.13(eq/L) \times \frac{50}{1000}L \times 176(g/mol)$$

$$m(g) = 1.16\ g$$

$$EM = \frac{M\ HIO_3}{\eta} = \frac{176(g/mol)}{4(eq/mol)} \rightarrow EM = 44(g/moL)$$

$$N(eq/L) = \frac{m(g)}{EM(g/eq) \times V(L)} \rightarrow N(eq/L) = \frac{1.16(g)}{44(g/mol) \times \frac{50}{1000}L} \rightarrow N = 0.52\ eq/L$$

الطريقة الثانية :- (طريقة أسهل)

ملاحظة :- هناك طريقة اخرى لحل الفرع (ب) بأستخدام العلاقة :- $\frac{N_1}{\eta_1} = \frac{N_2}{\eta_2}$

تستخدم هذه الطريقة عند استخدام نفس المحلول في تفاعل اخر

$$\frac{N_1}{\eta_1} = \frac{N_2}{\eta_2} \rightarrow \frac{0.13(eq/L)}{1(g/eq)} = \frac{N_2}{4(g/eq)}$$

$$N_2 = \frac{0.13(eq/L) \times 4(g/eq)}{1(g/eq)}$$

$$N_2 = 0.52\ eq/L$$

استخراج الايتا = 4

HIO_3	ICL_2^-
(1×1)+(1×X)+(3×-2) = 0	(1×X)+(2×-1) = -1
1 + X + (-6) = 0	X + (-2) = -1
X -5 = 0	X = +2 -1
X = 5	X = 1

$$\eta = 5 - 1 = 4$$

السؤال (15-6) :- لمعايرة محلول NaOH وايجاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسحيح (25 mL) منه مع محلول H_2SO_4 ذو تركيز (0.08 M) وكان الحجم المضاف من الحامض الى نقطة النهاية هو (47.1 mL) 0احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم ؟
ثم جد عدد غرامات (NaOH) المذابة في (500 mL) من هذا المحلول ؟

الحل :-

ملاحظة نكررها دائماً :- عندما تتم عملية التسحيح بدلالة التركيز المولاري اذا يجب ان نكتب معادلة التفاعل الموزونة

$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{mmol\ H_2SO_4}{mmol\ NaOH} = \frac{1}{2} \Longrightarrow mmol\ NaOH = 2 \times mmol\ H_2SO_4$$

$$(M_{NaOH} \times V_{NaOH}) = 2 \times (M\ H_2SO_4 \times V\ H_2SO_4)$$
$$(M_{NaOH} \times 25\ mL) = 2 \times (0.08\ mmol \times 47.1\ mL)$$
$$(M_{NaOH} \times 25\ mL) = 2 \times (3.768\ mmol/ml)$$
$$(M_{NaOH} \times 25\ mL) = 7.536\ mmol$$

البعيد على القريب

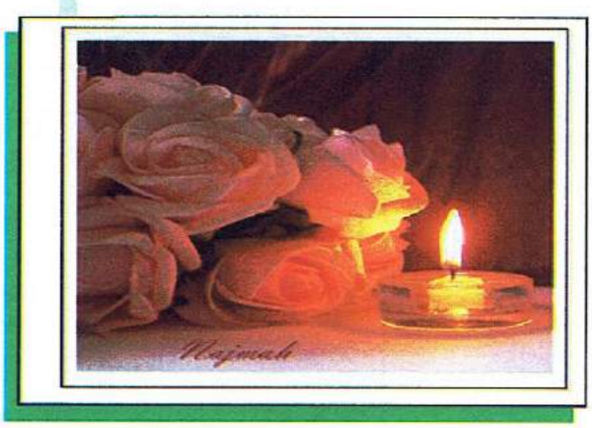
$$M_{NaOH} = \frac{7.536\ mmol/ml}{25\ ml} = 0.3\ mmol/ml = 0.3\ mol/L$$

ثم نستخرج عدد غراماتNaOH المطلوبة في **السؤال أي** (m) من خلال العلاقة :-

$$m\ (g) = M\ (mol / L) \times V\ (L) \times M\ (g / moL)$$

$$m\ (g) = 0.3\ (moL / L) \times \frac{500}{1000} L \times 40\ (g / moL)$$

$$m_{NaOH} = 6\ g$$



(السؤال 6- 16) :- تم تحليل أحد هاليدات الباريوم ($BaX_2 . 2H_2O$) (حيث X تعني هالوجين) بطريقة وزنية وذلك بأذابة (0.266 g) من هذا الملح في (200 mL) من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك (H_2SO_4) لأتمام ترسيب الباريوم Ba (M=137 g/moL) على هيئة $BaSO_4$ (M = 233 g/mol) فأذاعلمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي (0.254 g) 0 مانوع الهلوجين (x) في ملح الباريوم ؟ مهم جداً

الحل :-

نكتب معادلة التفاعل الموزونة

$$BaX_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2H^+ + 2X^-$$

اولاً :- نحسب عدد مولات كبريتات الباريوم المترسبة من العلاقة الاتية

$$n\,(moL) = \frac{m\,(g)}{M\,(g\,/\,moL)} \rightarrow n\,(mol) = \frac{0.254\,(g)}{233\,(g\,/mol)} \rightarrow n = 1.09 \times 10^{-3}\,mol$$

ثانياً :- نحسب الكتلة المولية (M) للملح ($BaX_2 . 2H_2O$) من العلاقة :-

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow m = n \times M \rightarrow M = \frac{m}{n}$$

$$M_{BaX2.\,2H2O} = \frac{2.66\,g}{1.09 \times 10^{-3}\,mol} \rightarrow M = 244\,g\,/\,mol$$

ان هذا الرقم (244) يمثل الكتلة المولية للملح ($BaX_2 . 2H_2O$)

$$M_{BaX2.\,2H2O} = \{ M_{Ba} + (2 \times M_{(X)}) + (2 \times M_{(H2O)}) \}$$

$$244 = \{ 137 + (2 \times M_{(X)}) + (2 \times 18) \}$$

$$244 = \{ 137 + (2 \times M_{(X)}) + 36 \}$$

$$244 = \{ 173 + (2 \times M_{(X)}) \}$$

$$244 - 173 = 2 \times M_{(X)}$$

$$71 = 2 \times M_{(X)}$$

$$M_{(X)} = \frac{71}{2}$$

$$M\,(X) = 35.5\,(g\,/\,mol)$$

وبالرجوع الى الجدول الدوري سنجد ان الهالوجين هو (الكلور)

طريقة ثالثة بأستخدام المعامل الوزني

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Ba}}{BaSO_4} = \frac{1}{1} \times \frac{137}{233} = 0.588$$

$$m\,Ba = m\,BaSO_4 \times Gf = 0.254 \times 0.588 = 0.149352\,g$$

Ba	$BaX_2.2H_2O$
m = 0.149352 g	m = 0.266 g
M= 137 g/mol	M = ?

طرفين في وسطين

$$M\,BaX_2.2H_2O = \frac{0.266 \times 137}{0.149352} = 244\,g/mol$$

ثم تكمل الحل كما في الطريقة الاولى

طريقة ثانية للحل (طريقة اسهل)

$$BaX_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2H^+ + 2X^-$$

BaX_2	$BaSO_4$
0.266 g	0.254 g
M (g/mol)	233 (g/mol)

طرفين في

$$M\,(BaX_2.\,2H_2O) = \frac{0.266\,(g) \times 233\,(g\,/mol)}{0.254\,(g)}$$

$$M\,(BaX_2.\,2H_2O) = 244\,(g/mol)$$

ثم تكمل الحل كما في الطريقة الاولى

السؤال 6-18:- اذيب 4.29 g من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3.XH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى 250 ml ، فأذا علمت ان 25 ml من المحلول الاخير يحتاج الى 15 ml من محلول HCl عياريته 0.2 N لمكافئته 0 ماعدد جزيئات X في الصيغة الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية ؟

الحـــــــــــــــل :-

لك الحمد مهما استطال العذاب...

لك الحمد مهما استبد الالم...

لك الحمد ان الرزايا عطاء...

وان المصيبات بعض الكرم...

السؤال 6-19:- احسب الكتلة المكافئة EM وعيارية محلول تركيزه(6.0 M) من حامض الفسفوريك H_3PO_4 (M = 98 g/mol) عند اشتراك هذه المادة في التفاعلات الاتية :-

$$H_3PO_4 + 3OH^- \rightarrow PO_4^{-3} + 3H_2O$$

$$H_3PO_4 + 2NH_3 \rightarrow HPO_4^{-2} + 2NH_4$$

$$H_3PO_4 + F^- \rightarrow H_2PO_4^- + HF$$

الحل :-

توضيح مهم :- ان التفاعلات الثلاثة التي يشترك فيها حامض الفسفوريك من نوع تفاعل (حامض- قاعدة)

وان :- η = عدد البروتونات التي يفقدها الحامض في كل تفاعل

التفاعل الاول :-

$$H_3PO_4 + 3OH^- \rightarrow PO_4^{-3} + 3H_2O$$

$3 = \eta$

$$EM = \frac{M\,H_3PO_4}{\eta} \rightarrow EM = \frac{98\,(g/mol)}{3\,(eq/mol)} \rightarrow EM = 32.7\ g/eq$$

$$N = M\,(mol/L) \times \eta\,(eq/mol)$$

$$N = 6\,(mol/L) \times 3\,(eq/mol)$$

$$N = 18\,(eq/L)$$

التفاعل الثاني :-

$2 = \eta$

$$H_3PO_4 + 2NH_3 \rightarrow HPO_4^{-2} + 2NH_4$$

$$EM = \frac{M\,H_3PO_4}{\eta}\quad EM = \frac{98\,(g/mol)}{2\,(eq/mol)}\quad EM = 49\ g/eq$$

$$N = M\,(mol/L) \times \eta\,(eq/mol)$$

$$N = 6\,(mol/L) \times 2\,(eq/mol)$$

$$N = 12\ eq/L$$

التفاعل الثالث :-

$1 = \eta$

$$H_3PO_4 + F^- \rightarrow H_2PO_4^- + HF$$

$$EM = \frac{M\,H_3PO_4}{\eta} \rightarrow EM = \frac{98\,(g/mol)}{1\,(eq/mol)}\quad EM = 98\ g/eq$$

$$N = M\,(mol/L) \times \eta\,(eq/mol)$$

$$N = 6\,(mol/L) \times 1\,(eq/moL)$$

$$N = 6\ eq/L$$

السؤال 6- 20 (الدور الثاني 2013):- أذيب (2.5 g) من كاربونات فلز ثنائية التكافؤ MCO_3 وحيث ان :- (M تمثل الفلز) في (100 mL) من محلول حامضي تركيزه (0.6 N) 0 وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة (50 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه (0.2 N) لمعادلته أحسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته ؟

رسم توضيحي



الحل :-

$$Eq_{(NaOH)} + Eq_{(MCO3)} = Eq_{(acid)}$$

$$(N_{NaOH} \times V_{NaOH}) + \left(\frac{m\ MCO_3}{EM\ MCO_3}\right) = (N_{acid} \times V_{acid})$$

$$\{0.2\ (eq/L) \times (\frac{50}{1000} L) + (\frac{2.5\ g}{EM\ MCO_3})\} = \{0.6\ (eq/L) \times \frac{100}{1000} (L)\}$$

$$\{0.2\ (eq/L) \times 0.05\ L + (\frac{2.5\ g}{EM\ MCO_3})\} = \{0.6\ (eq/L) \times 0.1 (L)\}$$

$$0.01\ (eq) + (\frac{2.5\ g}{EM\ MCO_3}) = 0.06\ (eq)$$



$$0.06\ eq - 0.01\ eq = \frac{2.5\ g}{EM\ MCO_3}$$

$$0.05\ eq = \frac{2.5\ g}{EM\ MCO_3}$$

$$0.05\ eq \times EM\ MCO_3 = 2.5\ g$$

$$EM\ MCO_3 = \frac{2.5\ g}{0.05\ eq}$$

$$EM = 50\ g/eq$$

& ان هذه النتيجة تمثل الكتلة المكافئة لكاربونات الفلز EM_{MCO3}

& وبما ان كاربونات الفلز ثنائية التكافؤ فأنها ستتفاعل بالشكل الاتي مع الحامض :-

$$MCO_3 + 2H^+ \rightarrow H_2O + CO_2 + M^{+2}$$

& حيث نلاحظ ان (الايتا = 2) وهي تساوي عدد مولات الحامض المتفاعل مع كاربونات الفلز

& هنا قد توفر لدينا (EM، η) أذاً نستطيع ان نستخرج الكتلة المولية من القانون $EM = \frac{M\ (g/moL)}{\eta\ (eq/moL)}$

$$50\ (g/eq) = \frac{M\ (g/moL)}{2\ (eq/moL)}$$

$$M\ (g/moL) = 50\ (g/eq) \times 2\ (eq/moL)$$

$$M\ (g/moL) = 100\ g/moL$$



$$M_{MCO3} = (M_{M^{+2}}) + (M_C) + (3 \times M_O)$$

$$100\ (g/moL) = M_{M^{+2}} + (12) + (3 \times 16)$$

$$100\ (g/moL) = (M_{M^{+2}}) + 12 + 48$$

$$100\ (g/moL) = M_{M^{+2}} + 60 \longrightarrow M$$

$$_{M^{+2}} = 40\ g/mol$$

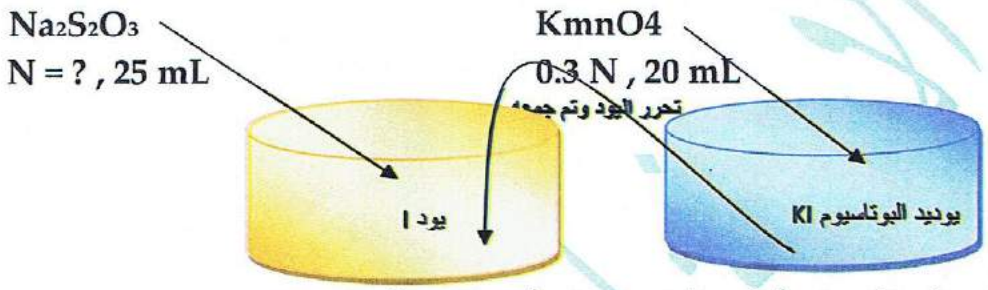
السؤال 6-21 :- وزاري 2013 الدور الاول :- اضيف (20 mL) من محلول برمنكنات البوتاسيوم$KmnO_4$ بتركيز (0 . 3 N) الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم (KI) المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 والتي تم تسحيحها من محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ (M=158 g/moL) حسب التفاعل الاتي :-

$$I_2 + 2\,Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك (25 mL) من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل أحسب :-

1- عيارية محلول $Na_2S_2O_3$ 2- عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في (1 L) من المحلول ؟

الحل :-



الحل :-

من منطوق السؤال :- **كمية اليود المتحرر = كمية برمنكنات البوتاسيوم**

من عملية التسحيح عند **نقطة نهاية التفاعل فان:- كمية اليود**= كمية ثايوكبريتات الصوديوم المستهلكة في التسحيح ،لذلك يمكن الاستنتاج :-

كمية $KmnO_4$ المضافة = كمية $Na_2S_2O_3$ **المستهلكة** في عملية التسحيح

الملي مكافئات (meq) لـ $Kmno_4$ = **الملي مكافئات** (meq) $Na_2S_2O_3$

$$(N_{KmnO_4} \times V_{KmnO_4}) = (N_{Na_2S_2O_3} \times V_{Na_2S_2O_3})$$

$$N\,Na_2S_2O_3 = \frac{0.3\,(meq/mL) \times 20\,mL}{25\,mL}$$

$$N\,Na_2S_2O_3 = 0.24\,(meq/mL) = 0.24\,eq/L$$

تحليل المطلوب رقم 2 (للتوضيح فقط)

لحساب عدد غرامات $Na_2S_2O_3$

يجب ان نطبق القانون التالي :- (m = N × V × EM)

بما ان V معطاة في مطلوب 2 من السؤال وان N تم استخراجها في المطلوب **رقم 1 أذاً يبقى لنا استخراج** الـ EM

نستطيع استخراج ال EM لأن الكتلة المولية (M) معطاة في السؤال أما (الايتا) =1 **بتفاعل التأكسد** والاختزال

$$EM = \frac{M\ Na_2S_2O_3}{\eta} = \frac{158\,(g/mol)}{1\,(eq/mol)} = 158\ g\ /\ eq$$

m = N × V × EM

m = 0.24 (eq/L) × 1 L × 158 (g/eq) = 37.92g

m = 37 g

استخراج الايتا

$Na_2S_2O_3$	$Na_2S_4O_6$
(2×1)+(2×X)+(3×-2)= 0	(2×1)+(4×X)+(6×-2)=0
2+2X+(-6) = 0	2+4X+(-12) = 0
2X -4 = 0	4X -10 = 0
2X = 4	4X = 10
X = 2	X = 2.5

η = 2.5 – 2 = 0.5

وبما ان صيغة ثايوكبريتات الصوديوم تحتوي ذرتي S فأن

η = 0.5 × 2 = 1

اذكرونا 00 عندما ترسو سفينة احلامكم
على شواطيء ذكريات السادس

س22 مضاف :- ماكتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M= 233 g/mol) التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ (M = 208 g/mol) مع 100 ml من حامض الكبريتيك (M = 98 g/mol) 0 علماً بأن 20 ml من نفس الحامض تحتاج الى 16 ml من NaOH تركيزها 0.10 M لمعادلته ؟

الحـــــل :-

س5 مضاف :- اكمل الفراغات الاتية :-

1- ايون Cr^{+3} ضمن الايونات الموجبة للمجموعة -------- ويترسب عند اضافة -------- بوجود --------

2- العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الرابعة هو ----- بوجود العوامل المساعدة ----- و -----

3- محلول من $AL_2(SO_4)_3$ عياريته 0.3 N فأن مولارية المحلول = ------------

4- محلول من مركب مولاريته 0.2 M وعياريته 1 eq/L فأن قيمة η للمركب = ----------

5- عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقه التام 15.675 mg من غاز CO_2 فأن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب = ---------

الحل لنقطة 5 (وزاري 2015 التمهيدي)

الحـــــل :-